De Ingenieur

WEEKBLAD GEWIJD AAN DE TECHNIEK EN AANVERWANTE WETENSCHAPPEN

UIT DE INHOUD

ALGEMEEN GEDEELTE 31:

De overstromingsramp 1953, door ir A. G. Maris.

Storm en stuwing, door prof. dr P. Groen.

ELECTROTECHNIEK 11:

Centrale Hemweg. II. Korte toelichting electrisch gedeelte, door ir K. J. H. Stigter.

Selbsttätige Regelung, door Dr. W. Schuisky.

WERKTUIG- EN SCHEEPSBOUW 12:

Het mechanische deel van de Centrale Hemweg, door ir L. Vos.

Het kruipen van kabels over kabelschijven, door ir P. Otto.

Ingenieur • Jaargang 65 • No. 31 A. 339-354; E. 143-152; W. 133-146 's-Gravenhage 31 Juli 1953

ARTER VARIATOR

Instelbaar bij stilstand of in bedrijf.
Ook leverbaar met electrische of hand-afstandsbediening.

ALLEENVERTEGENWOORDIGER VOOR NEDERLAND:

N.V. INGENIEURSBUREAU ir P. J. PLAISIER

NASSAU ZUILENSTEINSTRAAT 13/15 — DEN HAAG
TELEFOON 776794 (3 lijnen)

1189

1148

DMK

DEMKA

Edelstaal

NEDERLANDS FABRIKAAT

SNELSTAAL - WARMMATRIJZENSTAAL
GEREEDSCHAPSTAAL (gelegeerd en ongelegeerd),
CONSTRUCTIESTAAL (gelegeerd en ongelegeerd)

DEMKA

KONINKLIJKE NEDERLANDSCHE STAALFABRIEKEN
v/h J. M. DE MUINCK KEIZER N.V. UTRECHT

1184

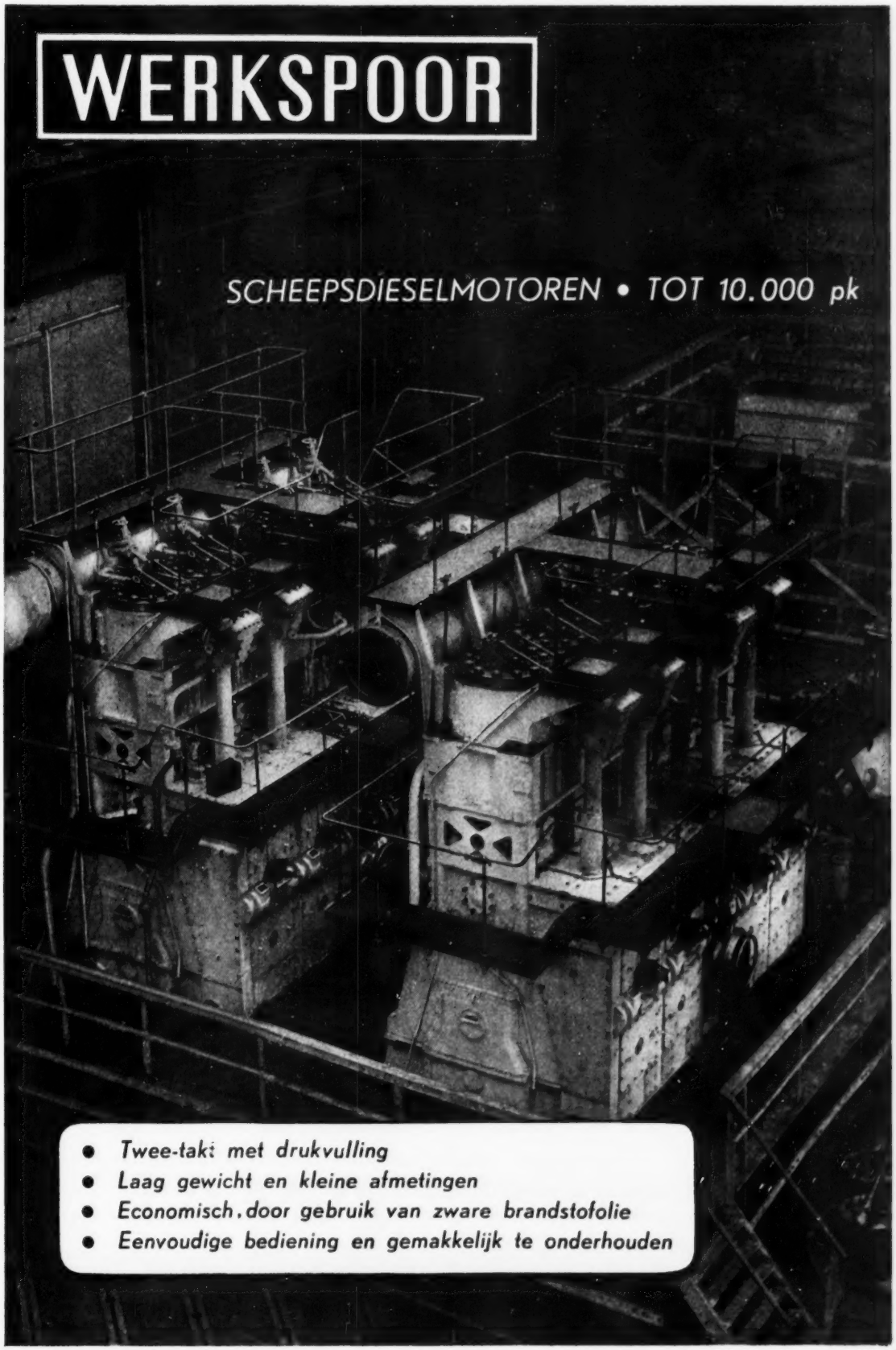
INDUSTRIE EN GERUISLOZE VENTILATOREN

LEVEREN WIJ TOT DE GROOTSTE CAPACITEITEN, IN IJZER, ROESTVRIJSTAAL, ALUMINIUM EN VINIDUR

MÖRING & STEENAART N.V.

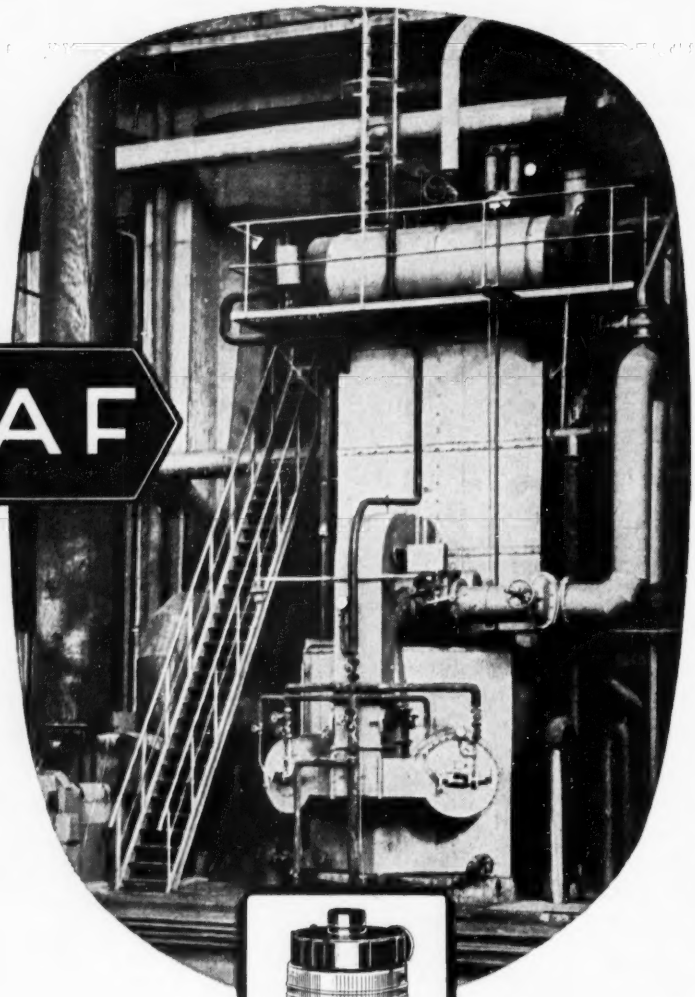
MACHINE EN APPARATENFABRIEK
NIJKERK

1047


WERKSPOOR
SCHEEPSDIESELMOTOREN • TOT 10.000 pk
• Twee-takt met drukvulling
• Laag gewicht en kleine afmetingen
• Economisch, door gebruik van zware brandstofolie
• Eenvoudige bediening en gemakkelijk te onderhouden

1331-7A

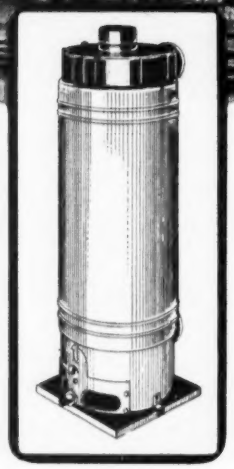
Beuduin



AMAF

hoekpijp-ketel

Ook in Nederland worden voor grote verwarmingsprojecten steeds meer heetwater-installaties toegepast.
Het belangrijkste onderdeel hiervan is de ketel. Bij vele grote bedrijven is hiervoor de AMAF heetwaterketel met gedwongen circulatie (volgens het Lamont principe) met succes in gebruik.
Naast deze grote ketels maakt de AMAF ook andere ketels voor centrale verwarming, zowel voor lage druk stoom als voor warm water; voor elke brandstof.



Hierboven een grote A M A F hoekpijpstoomketel opgesteld bij de Kon. Ned. Hoogovens.

Hiernaast afgebeeld is de kleinste A M A F ketel, de met gas gestookte OK—10.

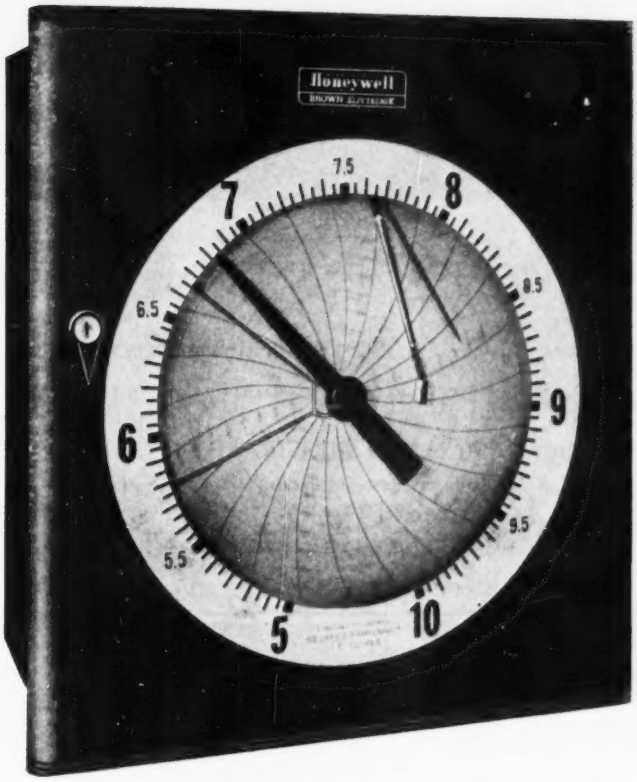
AMERSFOORTSCHE MACHINE- EN APPARATENFABRIEK **AMAF**

AMERSFOORT – HOLLAND

1448Pa¹

Dit is de **ElectroniK**

CIRCULAR CHART RECORDER



Vraagt ons om aanvullende gegevens

één van de 4 standaard uitvoeringen van de Brown **ElectroniK** Potentiometer. Dit registratietoestel voor dag- of weekschijven, met zijn nog op grote afstand duidelijk afleesbare schaalverdeling, is uitermate geschikt om in combinatie met een electrische- of pneumatische regeleenheid, zorg te dragen voor het constant houden van diverse, voor U zo belangrijke bedrijfsomstandigheden als temperatuur, relatieve vochtigheid, pH, etc. Inbouw van programma-schijven is thans mogelijk, zodat volledige automatisering van tal van productie-processen op eenvoudige wijze bereikt kan worden.

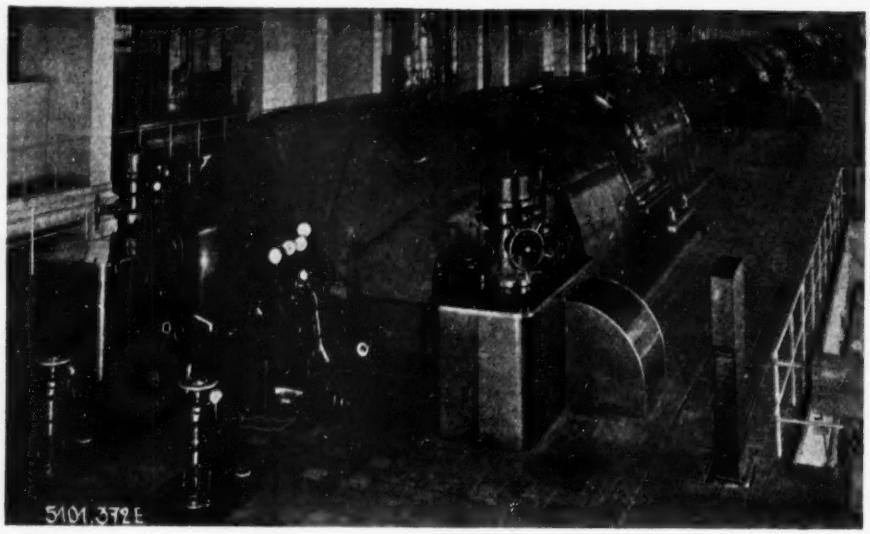
H HONEYWELL

Honeywell N.V.
BROWN
WIJDESTEEG 4 • AMSTERDAM • TELEFOON 33074

KANTOREN TE: BRUSSEL • LONDEN • PARIJS • STOCKHOLM • ZURICH

1262

Vier van de vijf turbines
55000 kW Centrale
Karnap RWE Essen



SIEMENS

STOOMTURBINES EN GENERATOREN

Uitgevoerd voor vermogens tot 100.000 kW en stoomtemperaturen tot 600° C

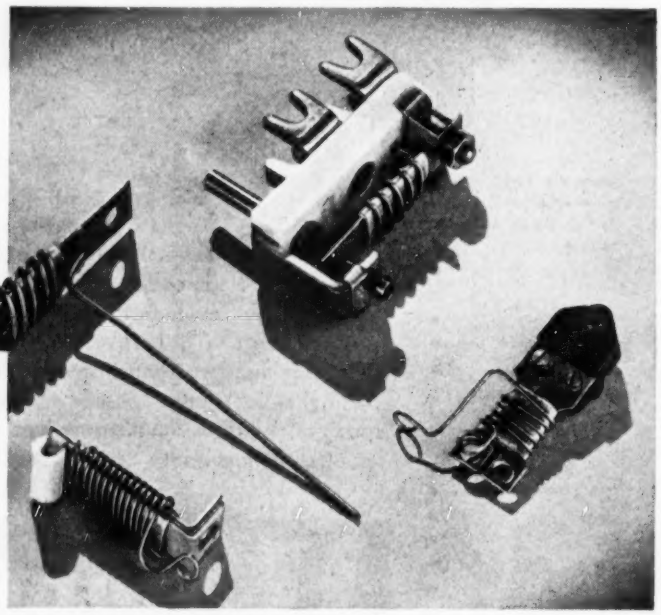
NEDERLANDSCHE SIEMENS MAATSCHAPPIJ N.V. - RIJNSTRAAT 24 - 's GRAVENHAGE - TEL. 72 38 10

ALLEENVERTEGENWOORDIGING VAN:

SIEMENS-SCHUCKERTWERKE A.G. - ERLANGEN - BERLIJN

1355

Maximum Beveiliging



Hierbij afgebeeld enkele uitvoeringsvormen van bimetaal-elementen met verwarmingswikkeling, zoals zij voorkomen in onze beveiligingsschakelaars.

Bimetaal, bestaande uit twee op elkaar gewalste lagen metaal met verschillende uitzettings-coëfficiënt, trekt bij verwarming krom. Deze eigenschap wordt gebruikt om een schakelmechanisme tot uitschakeling te brengen. De vertraagde werking is daarbij essentieel.

Het bimetaalsysteem is - mits goed gebruikt - een der beste en goedkoopste welke tot heden bekend zijn voor de beveiliging van Uw motoren en installaties.

Over de werking van bimetaal hebben wij speciale en uitvoerige studies gemaakt, welke in de bedrijfszekerheid van het U geleverde schakelmateriaal hun bekroning vinden.

Baudouin

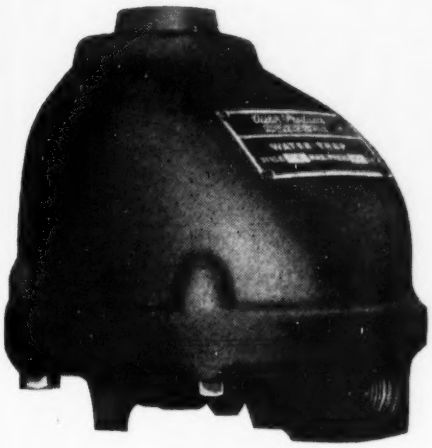
VAN WIJK & VISSER

GELDERMALSEN

1215-10

VICTOR PRODUCTS LIMITED

WALLSEND—ON—TYNE — ENGELAND



droger voor perslucht →

met

← wateraftap

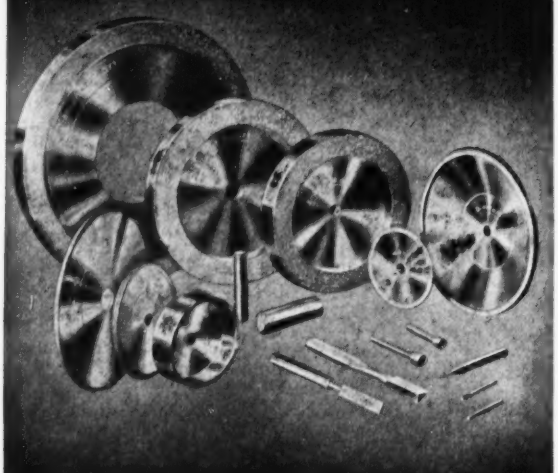
Inlichtingen bij:

N.V. Ingenieursbureau v/h J. M. C. van Borselen & Co,
Lange Poten 15 A — 's-Gravenhage
en
J. Schreuder & Co's Handelmaatschappij N.V.
Hoornbrekerstraat 14—16, Rotterdam

839

519

DIAMANT BOART



Alleenvertegenwoordigers voor Nederland:

A. BRUYAUX N.V.

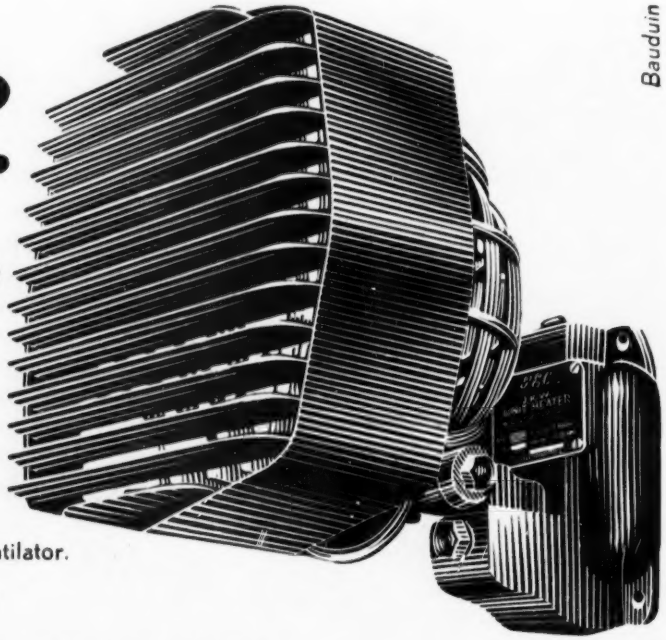
SINGEL 374 - AMSTERDAM-C. - TEL. 30559-30051

1390

1163

G.E.C.

Unit Heaters



Bauduin

Electrische luchtverhitters met ventilator.

Aansluitwaarde: 3, 5, 10, 15 of 20 kW.

THE GENERAL ELECTRIC CO. LTD., OF ENGLAND

Ingenieurs Bureau Ir B. P. VEREL

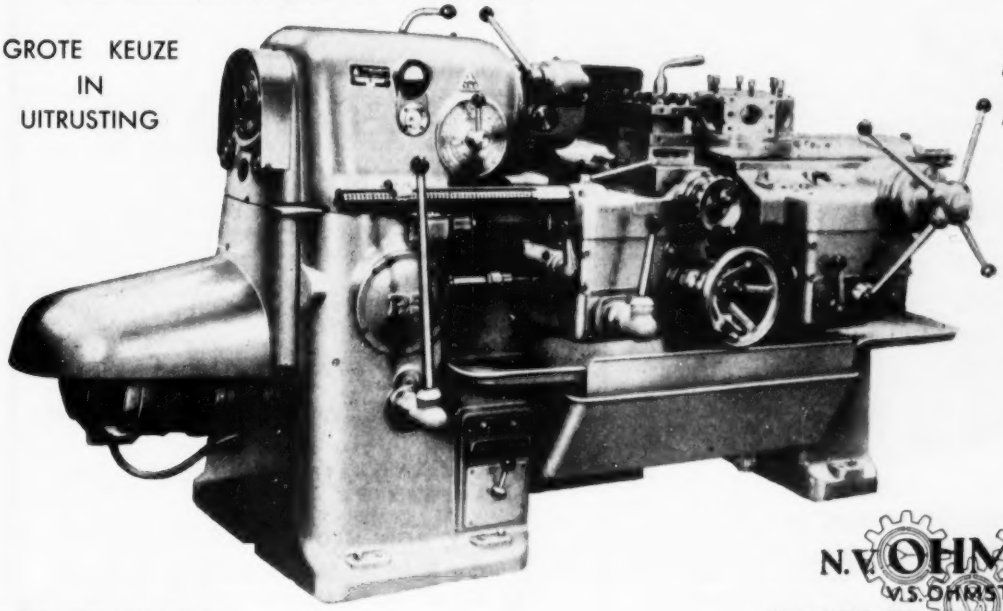
PARKWEG 18 - DEN HAAG - TELEFOON 55.44.86

997

MAS Revolverdraaibanken zijn sneller...

in productie en vooral bij het instellen.
Groot aantal toerentallen met voorkeuze te schakelen dus meer rationeel.
Groot aantal voedingen van support en revolverslede met voorkeuze en onafhankelijk van elkaar te schakelen, dit betekent dubbel voordeel.

GROTE KEUZE
IN
UITRUSTING



Materiaal doorlaat
50 mm (2")
Max. Draailengte
750 mm
Max. Draaidam.
Ø 510 mm
18 Toerentallen
28—1400 mm
Voedingen
0,045-2 mm/omw.
Motorvermogen
11,5 pk.

KOVO PRAHA

N.V. OHMACH
V.S. OHMSTEDE
IMPORT EN EXPORT MACHINES
AMSTERDAM
PAULUS POTTERSTR. 4 - TEL. 713880 EN 96471

1445

ELHART

APPARATENBOUW
voor de CHEMISCHE- en
VOEDINGSMIDDELEN
INDUSTRIE

in KOPER
R.V. STAAL
ALUMINIUM
LOOD
STAAL

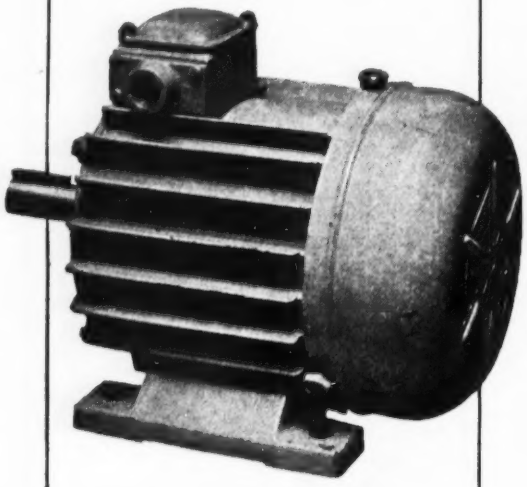
J.H. TÖNS

PIJPLEIDINGEN

ROTTERDAM ✶ Coolhavenstraat 40 ✶ Telefoon 50684-66630

1385

ASEA
MOTOREN
zijn ideale aandrijvingen



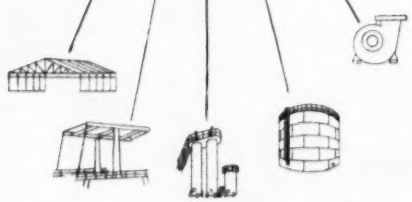
Groenpol

GROENEVELD, v. d. POLL & CO'S ELECTROTECHNISCHE FABRIEK N.V.
AMSTERDAM • ROTTERDAM • WORMERVEER • GRONINGEN

1419-A6

KNM
BEGEMANN

BEGEMANN



STAALCONSTRUCTIES — BRUGGEN
APPARATEN — TANKS — POMPEN

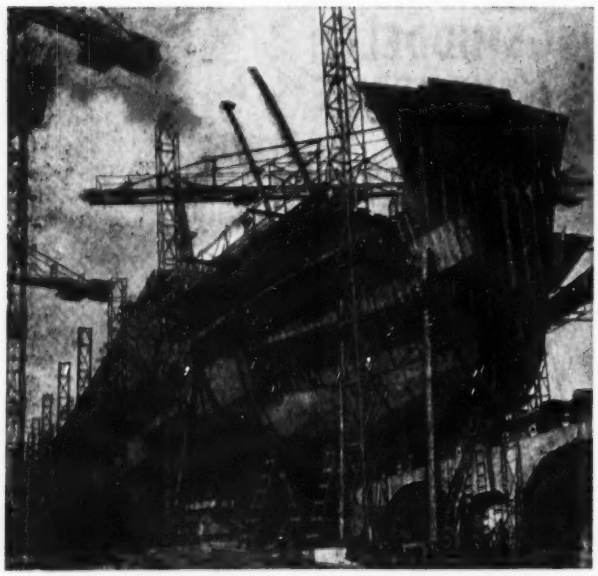
N.V. KON. NEDERL. MACHINEFABRIEK
v/h. E. H. BEGEMANN - HELMOND - HOLLAND

1072

J.&K. SMIT

SCHEEPSWERVEN EN MACHINEFABRIEKEN TE KINDERDIJK

ALUMINIUM VERWERKENDE INDUSTRIE, KRIMPEN a.d. LEK



4000tons vrachtschip in aanbouw

1160

Th. de GROEN

TECHNISCH HANDELSBUREAU N.V.
TELEFOON 77.20.57* — 's-GRAVENHAGE
Telegramadres: STAALEXPORT

★

DORTMUNDER UNION BRÜCKENBAU A.G.
Werken Dortmund/Gelsenkirchen
BRUGGEN
TRANSPORTINRICHTINGEN
KRANEN
STAALCONSTRUCTIES
TANKS etc.

A. B. SVENSKA Järnvägsverkstäderna, LINKÖPING
PERSONEN- en
GOEDERENWAGENS
KETELWAGENS

THOMAS GREEN & SON LTD., LEEDS
DIESEL- en MOTORWEGWALSEN

SCHEEPSBOUWMATERIAAL
Staf-, Plaat-, Profiel-, Balk- en Betonijzer.

614

DE INGENIEUR

WEEKBLAD GEWIJD AAN DE TECHNIEK EN DE ECONOMIE VAN OPENBARE WERKEN EN NIJVERHEID
ORGAAN VAN HET KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS
EN VAN DE VERENIGING VAN DELFTSE INGENIEURS

COMMISSIE VAN TOEZICHT: Ir J. M. VERFF, Voorz. / ir C. T. C. HEIJNING, Secr. / Prof. ir C. M. VAN WIJNGAARDEN.
VERANTWOORDELIJK HOOFDREDACTEUR: Ir H. SANGSTER. PLAATSVERVANGEND HOOFDREDACTEUR: Ir C. TELLEGEN.
REDACTIE-ADRES (Tevens voor adreswijzigingen): PRINSESSEGRACHT 23 / 's-GRAVENHAGE / TELEFOON 184542

Het K.I.v.I. en de V.v.D.I. stellen zich niet verantwoordelijk voor de denkbeelden in de onderschreven bijdragen ontwikkeld

Abonnementen en advertentiën: N.V. OOSTHOEK'S UITG. MIJ. DOMSTRAAT 1-3, UTRECHT, TELEFOON 19547. Giro 35973
Abonnementsprijs f 36,- p.j. / Buitenland f 39,25 Losse nrs. f 1,- Advertenties f 0,46 per mm per kolom van ¼ der pag. breedte / Contract Speciaal Tarief.

A. ALGEMEEN GEDEELTE 31.

De overstromingsramp 1953 [1]

door ir A. G. MARIS
Directeur-Generaal van de Rijkswaterstaat.

Summary: *Introduction to the subject of the following papers: The inundation calamity* 1953.

A survey is given of the considerations prevalent before the calamity, its very small probability in view of the official data of the last hundred years, and the need to increase considerably the height of some 600 miles of dikes to meet the eventuality, finally the idea of joining 4 or 5 islands by barrages in connection with the projects for the Brielsche Maas, which anyhow did not include the defense of the province of Zeeland. The commission newly established by the Government is mentioned which is to advise on the question of great estuary barrages.

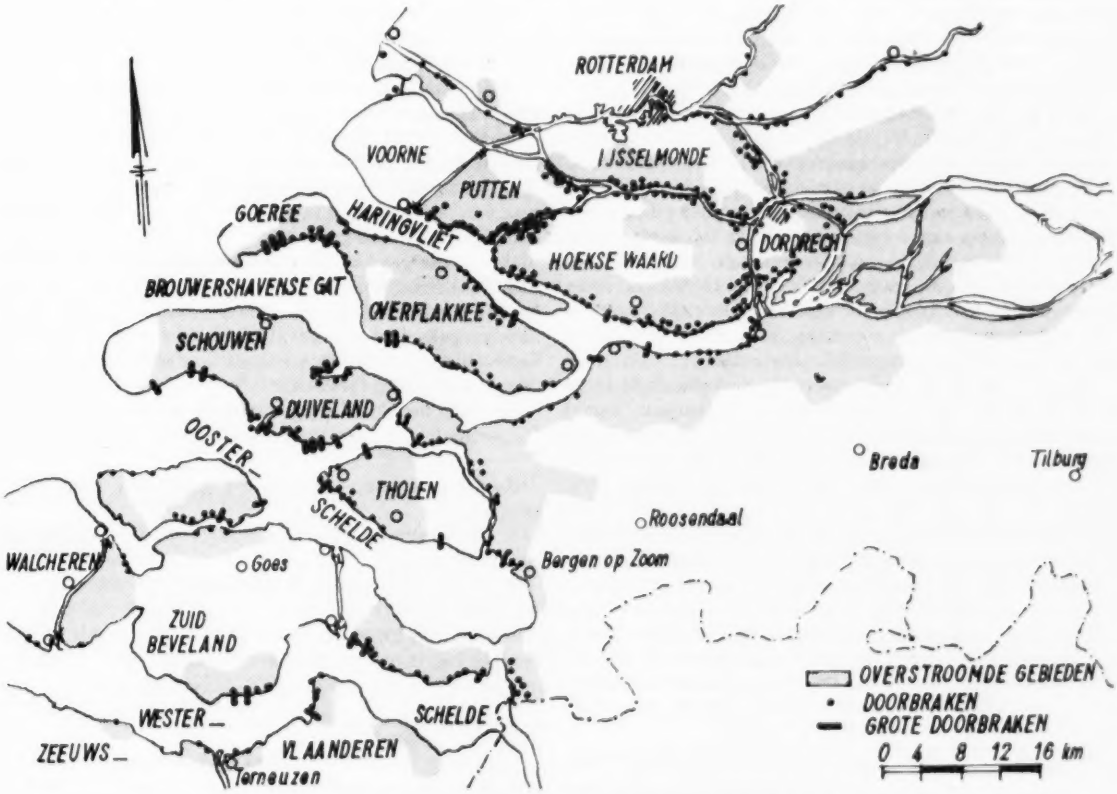


Fig. 1. Overzicht van de overstroomde gebieden in Z.W. Nederland.

Aan mij heeft de President het voorrecht verleend, deze *eerste* bespreking van de overstromingsramp 1953 te mogen inleiden. Ik ben er namelijk zeker van, dat nog meerdere voordrachten over dit onderwerp voor het K.I.v.I. zullen worden gehouden. Beperken wij ons heden tot een analyse van wat er eigenlijk is gebeurd en tot het herstel waarmee wij bezig zijn, daarna zullen wij nog wel eens van gedachten willen wisselen over datgene, wat in de toekomst zal moeten gebeuren om herhaling te voorkomen en waarom zo en niet anders.

De stormvloed heeft ons overvallen. Ja en neen. Ja, omdat wij nog niet klaar waren om hem te ontvangen. Neen, omdat we wisten, dat zich zo'n stormvloed wel eens zou kunnen voordoen. Zoals U weet, is er een Stormvloedscommissie 1940 geweest, die voorlopige rapporten heeft samengesteld, waarin aannemelijk werd gemaakt, dat er geen aanleiding was om aan te nemen, dat de hoogstbekende waterstand (betrouwbare gegevens reiken niet verder terug dan 1850) ook de hoogste waterstand zou zijn, welke kon optreden. Met behulp van de beschikbare gegevens over dit korte tijdsverloop kon men tot een verband komen tussen de in deze (korte) periode waargenomen frequentie en de stormvloedshoogte, en door extrapoleren kon hieruit worden afgeleid, dat hogere stormvloeden met een zekere (kleine) frequentie konden optreden. U voelt, dat de basis voor het nemen van rigoureuze beslissingen wat wankel was.

Met een frequentie van 2 à 3 pro mille zou de waterstand te Hoek van Holland in het jaar 2000 rond 4 m + NAP kunnen zijn en daaruit afgeleid zou volgen, dat talrijke dijken over ettelijke kilometers 1 à 2 m te laag waren. Het jaar 2000 was genomen, waarbij men over de komende jaren de bodemdaling had ingecalculeerd, omdat men meende, toch zeker het restant van deze eeuw nodig te hebben voor het verwezenlijken van de verdediging tegen deze uit het niets opgeroepen storm.

In de oorlog werd met de Biesboschwerken e.a. begonnen en men hield rekening met de dijkhoogten, welke de Stormvloedscommissie 1940 had aangegeven.

Bij het wederopbouwplan van Rotterdam verwerkte men deze cijfers in de waterkering van Rotterdam en daarnaast ging men ijverig aan de studie, op welke wijze men deze superstorm overal elders zou kunnen keren.

Dijkverhoging over ruim 1000 km, waarbij talrijke dijkdorpen en de stad Dordrecht met hun historische rechten onze dijken zwaar op de rug zaten, was weinig aantrekkelijk, uiterst kostbaar, nauwelijks uitvoerbaar.

Maar andere mogelijkheden werden onderkend. U kent ze bij name: het 4-eilandenplan, het 5-eilandenplan, welke een partiële oplossing gaven door enige eilanden met elkaar te verbinden. Binnen de nieuwe dijkring gelegen dijken werden teruggebracht tot slaperdijken. Verhoging van dijken werd tot beperkte dijkslengte teruggebracht, dank zij de afsluiting van zeearmen. De werken van de Brielsche Maas pasten in alle plannen. De uitvoering heeft plaats gevonden op basis van de cijfers van de meergenoemde commissie.

Stelt U mij echter de vraag: zag U bij deze plannen de verhoogde veiligheid primair of de mogelijkheid de verzilting te bestrijden, dan moet ik bekennen: *primair* zagen wij de bestrijding van de verzilting, *secundair* de mogelijkheid, de veiligheid te vergroten.

Maar nu verder. De bovengenoemde 4- en 5-eilandenplannen gaven slechts gedeeltelijke bevrediging, Zeeland werd niet geholpen. De plannen groeiden en wijzigden zich voortdurend, tot in het najaar 1952 bij de begrotingsbehandeling onze Minister van Verkeer en Waterstaat, hier aanwezig, mededeelde, dat hij opdracht had gegeven, de radicale afsluiting van de 3 zeegaten Haringvliet, Grevelingen en Oosterschelde in studie te nemen.

Nu de kwestie van de schuld. Is er schuld? Zo ja, bij wie?

Bij elke ramp worden jachtinstincten wakker. Men kan van twee zijden „the kill" benaderen:

1. de waterschappen hebben het beheer, dus zijn ze verantwoordelijk; ze hebben gefaald, dood aan de waterschappen.
2. het Rijk heeft het geweten, maar heeft geen maatregelen genomen. Krachtens oppertoezicht, vastgelegd in de Grondwet, nader geregeld bij de Waterstaatswet 1900, hadden bevelen kunnen worden gegeven. Dat is niet gebeurd. *Hier* is de schuldige. Het zuinige financiële beheer is natuurlijk de oorzaak en er worden zelfs namen genoemd.

Maar zoals het zo dikwijls gaat, het is niet zwart en het is niet wit, het is grijs in nuances. We moeten onderscheid maken tussen onvoldoende onderhoud op basis van de vigerende reglementen en het niet rekening houden met door extrapolatie gevormde cijfers, die in de hele periode van waarneming nog nooit zijn voorgekomen.

Onvoldoende onderhoud is in de hiërarchie Waterschap-Provincie-Rijk zonder meer fout. Ik heb niet de indruk, dat hier serieuze tekortkomingen liggen.

Wanneer er geen maatregelen op korte termijn genomen worden tegen een denkbeeldige superstorm, liggen de kaarten anders.

Een knap berekende superstorm, welke alles wat is waargenomen in de schaduw stelt, is een wankele basis voor het nemen van ingrijpende beslissingen.

Wij *wisten* wel, dat er een kans was, een kleine maar kwade kans in een onbestemde toekomst, maar wij *geloofden* er niet in, niet in die mate, dat wij bereid waren, daar nu al andere dingen voor te *laten*, op 't gebied van de sociale zorg, culturele zorg, onderwijs, landsverdediging, verhoging van productiviteit in industrie en landbouw, wederopbouw, openbare werken.

Dat het zorgen voor droogvoets leven en werken de primaire taak zou zijn van onze Rijksoverheid in deze lage landen, was in de dagen van weleer (vóór 31 Januari 1953; „the pregale period") een klein beschimmeld grapje van lieden, die in een ivoren toren elk contact met het werkelijke leven hadden verloren.

De ramp heeft veel weggevaagd en ook dit misverstand. De stormvloed is niet langer denkbeeldig maar reëel.

Kort na de ramp zijn er twee belangrijke beslissingen gevallen:

1. de Noodwet Dijkherstel is door beide Kamers aangenomen;
2. de Delta-Commissie is ingesteld.

De *Noodwet Dijkherstel* stelt regelen betreffende de uitvoering van de werken tot herstel van de stormvloedschade, welke aan de hoofd- en buitenwaterkeringen is ontstaan. Dit herstel wordt door het Rijk verricht, tenzij de Minister dit herstel delegeert.

De kosten van dit herstel zijn voor Rijksrekening. Op deze basis werd ogenblikkelijk met het werk begonnen. Dank zij deze basis is geen tijd verloren gegaan aan administratieve beslommeringen in de peripherie. Dank zij

[1]) Inleiding, gehouden in de Instituutsvergadering van 20 Mei 1953 in „Diligentia" te 's-Gravenhage, gewijd aan de stormvloed van 1 Februari 1953.

deze basis, en nu denk ik speciaal aan de bepaling, dat deze kosten van herstel integraal door het Rijk worden vergoed, is volledige medewerking verkregen. Vrees voor blijvende aantasting der autonomie van lagere publiekrechtelijke lichamen behoeft niet te bestaan, aangezien de Noodwet op 31 December 1954 vervalt.

De *Delta-Commissie* heeft tot opdracht, de Minister te adviseren over de beantwoording van de vraag, welke waterstaatstechnische voorzieningen dienen te worden getroffen met betrekking tot de door de stormvloed van 31 Januari 1953 geteisterde gebieden, waarbij in het onderzoek ware te betrekken de vraag, *of een afsluiting van de zeearmen zulk een voorziening behoort te vormen.*

Deze commissie, waarvan Uw President lid is, is met grote voortvarendheid aan de arbeid gegaan.

Zij hoopt onregelmatig maar herhaaldelijk met interimrapporten de Minister te adviseren en op korte termijn voorlopige adviezen te produceren, waarmede met het voorbereidend en uitvoerend werk kan worden rekening gehouden.

Deze commissie, ondanks het feit dat de bezetting zwaar genoemd mag worden, heeft de wijsheid niet in pacht.

De vraag, ons door de Minister gesteld, kan niet beantwoord worden, indien wij ons geen rekenschap geven van de zeer ingrijpende consequenties, welke de afsluitingen in engere zin geven en deze consequenties liggen op zo'n wijd vertakt gebied van wetenschap en ervaring, dat slechts door het aantrekken van deskundigen op velerlei gebied het mogelijk zal zijn, tot een verantwoord advies aan de Minister te geraken.

De eerste vier sprekers van heden zijn dan ook voor de Delta-Commissie geen onbekenden. De laatste spreker is zelf lid van deze Commissie. Deze zal spreken over het dijksherstel. Daaraan vooraf wilde ik nog laten gaan een beknopt schema van de organisatie van dit herstel.

De verantwoordelijkheid van het dijksherstel berust bij de Minister van Verkeer en Waterstaat.

Het Bureau Coördinatie Dijksherstel is, zoals de naam aangeeft, belast met de coördinatie der werkzaamheden, opdat in perioden van relatieve schaarste aan personeel, materieel en materialen tot de meest redelijke verdeling wordt besloten.

De goedkeuring van de plannen en de regeling van de arbeidsvoorwaarden heeft plaats onder auspiciën van dit bureau. Insiders herkennen in dit bureau talrijke figuren van de directie Benedenrivieren. De Hoofdingenieur-Directeur ir DE VRIES is het hoofd. Onder dit bureau zijn werkzaam twee afdelingen, die een ietwat verschillend karakter hebben. Te onderscheiden vallen Zeeland enerzijds en Zuid-Holland en Noord-Brabant anderzijds.

Aan het hoofd van „Zeeland" staat ir HEYBLOM, Hoofdingenieur-Directeur in de directie Zeeland, die belast is met het herstel van de hoofd- en buitenwaterkeringen in de provincie Zeeland (Bureau Dijksherstel Zeeland), met uitzondering van Schouwen en Duiveland. Dit eiland wordt gedicht door de Dienst der Zuiderzeewerken (ir V. D. WALL), die zijn zetel in Zierikzee heeft onder de naam Dijksherstel Schouwen-Duiveland (hoofd ir GEERS). Administratief staat, om de provinciale eenheid te behouden in verband met het contact met de localiteit, de dienst Dijksherstel Schouwen-Duiveland onder de Hoofdingenieur-Directeur in de directie Zeeland.

In Zuid-Holland wordt het merendeel der herstelwerken door de Provinciale Waterstaat van Zuid-Holland onder leiding van onze vierde spreker uitgevoerd, op verzoek van en op naam van de waterschappen, zodat voor Zuid-Holland kan worden volstaan met een soort „liaison officer" (ir DE BRUIJN), die tevens is belast met de leiding van de overige herstelwerken, welke het Rijk in Zuid-Holland uitvoert en met die in Noord-Brabant. De dijk van het Land van Altena werd door de Provincie Noord-Brabant hersteld.

De rekeningen van de waterschappen komen door tussenkomst van de Provinciale Waterstaten, alle andere rekeningen rechtstreeks bij de comptabele afdelingen der uitvoerende Rijksdiensten.

De stroomgaten worden in regie gedicht. (Er zijn er nog 8 van de 67 open). De werken, welke te overzien zijn, worden als normaal bestek of met een overeenkomst met verrekenbare hoeveelheden uitgegeven.

Ten aanzien van het dijksherstel zijn wij een heel eind op weg, alhoewel het moeilijkste nog moet komen.

Met het onderzoek naar de afsluiting der zeearmen hebben wij een begin gemaakt.

Van deze ramp zou ik nog dit willen zeggen.

Het Nederlandse volk heeft deze ramp manmoedig geincasseerd. Het is, mede geschraagd door de grote belangstelling van ons Koninklijk Huis, niet bij de pakken neer gaan zitten. Het is met grote voortvarendheid erop afgegaan, om te redden, om te helpen metterdaad, om te herstellen. Wij hebben enorme steun gekregen van onze militairen en van de P.T.T. (Verbindingen zijn het begin van elke organisatie) en niet te vergeten een massale hulp uit het buitenland, van alle streken van de wereld, die Nederland in nood blijkbaar een goed hart toedragen.

Dank zij deze samenwerking hopen wij spoedig, voor zover dit binnen 's mensen bereik ligt, te kunnen spreken over deze ramp en haar gevolgen in de voltooid verleden tijd.

Storm en stuwing [1)]

door prof. dr P. GROEN

Summary: *Storm and storm surges.*

First, an introduction into the theory of storm surges in general is given. This theory starts from the concept of the „stationary state", where an equilibrium of forces prevails. These forces are discussed in short. The real state of the sea surface is always tending towards the stationary state corresponding to the momentary wind field, but the latter state is continuously changing with the wind field. In consequence of this, inertia effects become apparent (time lag, overshooting, oscillations, wave effects). — The various possible wind influences, over different sea areas, that may contribute towards a storm surge on the Netherlands coast, are discussed briefly.

Finally, a few remarks on the behaviour of the great storm surge of Febr. 1, 1953, are given. The sea surface disturbance swept along the North Sea coast counterclockwise, but not simply as a free wave. The amounts of the disturbance along the coasts of Zeeland and Holland (3.30 m at Hoek van Holland) are in fair accordance with SCHALKWIJK's method of computation of storm surge heights, but the lack of sufficiently accurate wind data for the North Sea area is a serious drawback for the practice of storm surge prediction.

Wat ik in deze voordracht ga zeggen, draagt min of meer het karakter van een theoretische inleiding op de voordrachten van de beide volgende sprekers, die het respectievelijk zullen hebben over de storm van 31 Januari—1 Februari en de daardoor opgetreden verhogingen van de waterstanden op onze kust. Mijn onderwerp bestrijkt het verband tussen die twee als tussen oorzaak en gevolg en is derhalve van meer algemene aard dan die twee zelf. Deze voordracht gaat dus in mindere mate over het speciale geval van 1 Februari dan de volgende.

Sprekende over dat verband tussen *storm* en stormvloed, zou ik willen beginnen met deze vraag: wat gebeurt er eigenlijk, als er een stormvloed is? Men zegt het wel eens zó: er wordt dan door de wind water op een hoop geblazen, op een hoop geveegd a.h.w. Deze zegswijze zou echter gemakkelijk de oppervlakkige hoorder de gedachte kunnen suggereren, dat daardoor — als deze werking van de wind maar steeds doorging — het waterpeil benedenwinds steeds zou blijven stijgen, daar er steeds meer water bij zou komen. In werkelijkheid gebeurt dit niet, doch nadert de waterstand tot een zekere stationnaire toestand, waarbij evenwicht heerst tussen de in het spel zijnde krachten. Deze toestand en ook de daaraan voorafgaande toestanden worden — beter dan door bepaalde waterhoogten op een bepaalde plaats — gekenmerkt door een helling van het zee-oppervlak van het ene uiteinde naar het andere uiteinde van het stormveld.

Het scheef staan van het zee-oppervlak in het betrokken zeebassin en de mate van scheefstaan vormen de beste karakterisering van de toestand van de zee bij een stormvloed. Hoe hangt dit scheefstaan dan samen met de waterstanden? Wel, dat hangt van de randvoorwaarden af. Nemen wij b.v. het Noordzee-bassin. Dit communiceert aan de Noordkant met de grote ruimte van de Atlantische Oceaan, waardoor het waterpeil langs die Noordkant betrekkelijk constant is — afgezien van het astronomische getij, dat ook de oceaan beïnvloedt, en voorlopig ook afgezien van atmosferische storingen op de oceaan zelf. De situatie is te vergelijken met die van een geleider, waarin een potentiaalverval onderhouden wordt, doch waarvan één uiteinde geaard is of althans verbonden met een geleider van enorme capaciteit — i.c. de oceaan. Aan het andere einde, het Nauw van Calais, is er dan nog — om in de beeldspraak te blijven — een lekweerstand aanwezig. De Noordkant van de Noordzee geeft dus in eerste benadering een min of meer vaste lijn en de helling van het Noordzee-oppervlak bepaalt vervolgens de waterstanden langs haar omtrek, dus b.v. in het Zuiden, langs onze kust en die van Z.O. Engeland. Dit maakt onmiddellijk duidelijk, hoe langs de Engelse kust een verhoging van het waterpeil kon optreden op plaatsen waar de wind aflandig was en waar dus — volgens die simplistische uitleg van het begrip stormvloed of opwaaiing — het water van het land af gejaagd had moeten zijn.

Wij willen dus die scheve stand van het zee-oppervlak als het fundamentele verschijnsel behandelen en zien hoe nu het verband is tussen die stand van het zee-oppervlak en het *windveld*. Om te beginnen nog een paar opmerkingen vooraf. (1) Wij abstraheren hier van de astronomische getijden. Ook de getijverwekkende krachten van zon en maan geven veranderingen van de stand van het Noordzee-oppervlak, doch wij willen van dit effect abstraheren, door het van het totaalbeeld af te trekken; wij houden dan dus over de vervorming van het zee-oppervlak, die te danken is aan *atmosferische* oorzaken (afgezien van zeebevingen!). (2) Ik sprak aanvankelijk over *de* helling van het zee-oppervlak. Het is echter duidelijk, dat in het algemeen het zee-oppervlak — ook bij gladstrijken van locale storingen, zoals de gewone zeegolven of invloeden van windbuien — niet overal even scheef staat, ook niet in een beperkt gebied als de Noordzee, omdat de omstandigheden, welke die helling bepalen, niet overal gelijk zullen zijn. We kunnen dus algemener b.v. van de „vervorming" van het zee-oppervlak spreken. Die vervorming kan in bepaalde gevallen ook wel eens het karakter dragen van een lopende „waterberg", een „golf" (zoals we ook van de getijgolf spreken). (3) Het luchtdrukeffect, te weten met name de peilverhogende werking van een lage luchtdruk, is óók een atmosferisch effect, doch dit is van veel eenvoudiger structuur en van geringer afmetingen dan het windeffect; ik wil het hier daarom buiten beschouwing laten.

Wat nu het windeffect betreft, zei ik reeds, dat de eenvoudigste situatie de stationnaire situatie is, die optreedt als het windveld lang genoeg constant is geweest; dit is een situatie, waarbij een evenwicht van krachten heerst.

Welke zijn nu die krachten?

(I) De aandrijvende *uitwendige* kracht, of liever het uitwendige krachtveld: de schuifspanning van de wind, die ongeveer evenredig is met het kwadraat van de windsnelheid. Deze kracht is oorzaak van het scheef gaan staan van het zee-oppervlak.

(II) De terugwerkende kracht, die optreedt dank zij de zwaarte van het water en die steeds streeft naar een horizontale waterstand. In voldoende homogeen water uit zich deze kracht door een in alle niveau's heersend drukverval in de richting van het verhang van het zee-oppervlak. Deze kracht is evenredig met de mate, waarin de stand van het zee-oppervlak van de horizontale afwijkt, dus met de helling van het oppervlak.

(III) Bij zulk een drukverval kan het water niet in rust blijven — ook in de stationnaire toestand niet! Het drukverval werkt immers door de gehele watermassa heen, terwijl de schuifspanning van de wind alleen aan het oppervlak werkt. Er ontstaat een circulatie, waarbij op grotere diepten het water in de richting van het drukverval stroomt, dus tegen de windrichting in; in de hogere niveau's loopt het water met de wind mee. De waterbeweging onder in het zeebassin impliceert een wrijving van het water op de bodem in een richting tegen de windrichting in, of een wrijvingskracht van de bodem, op het water werkend, tegen de daar heersende waterbeweging in, dus met de windrichting mee. De grootte van deze kracht is evenredig te stellen met de snelheid van het water onder in het zeebassin en deze is enerzijds des te kleiner naarmate het bassin dieper is, anderzijds evenredig met het gehele tempo der circulatie.

(IV) Tenslotte is er nog de Coriolis-kracht, de afdrijvende kracht der aardrotatie, werkend op het bewegende water in een richting naar rechts, loodrecht op de stroomrichting.

De laatstgenoemde kracht is voor het stationnaire geval echter van niet zo grote invloed. Zien we daar voorlopig van af, dan krijgen we dus in hoofdzaak het evenwicht tussen — aan de ene kant — de schuifspanning van de wind en de in het algemeen veel kleinere bodemwrijving, die van die schuifspanning indirect afhankelijk is, en — aan de andere kant — de drukvervalkracht, die evenredig is met de helling van het wateroppervlak. Daar laatstgenoemde kracht door de gehele watermassa heen werkt, kunnen we haar voor een waterkolom op een bepaalde plek sommeren van boven tot beneden, zodat, als deze waterkolom voldoende homogeen is, de getotaliseerde kracht van het drukverval evenredig is met de diepte van de zee.

---

[1]) Voordracht gehouden in de Instituutsvergadering van 20 Mei 1953 in „Diligentia" te 's-Gravenhage.

Het is duidelijk, dat bij dit evenwicht van krachten de *primaire* kracht, de kracht van de wind op het water, de *tegen*kracht, die van het drukverval in de zee — en dus de helling van het zee-oppervlak — bepaalt. We zagen reeds, hoe deze helling op haar beurt de waterstanden langs de kusten bepaalt.

We hebben het nog steeds over het eenvoudigste geval: het stationnaire geval. De allereenvoudigste mogelijkheid binnen dit geval is dan nog het geval van een homogeen windveld over een afgesloten zee, die overal even diep is. De helling wordt dan overal dezelfde, en wel evenredig met het kwadraat van de windsnelheid en omgekeerd evenredig met de diepte; het zee-oppervlak gaat dan als een plat vlak scheef staan en de opstuwing op een bepaalde plaats hangt dan nader af van de richting, waarin het scheef staat. Edoch — nòch de diepte nòch ook in het algemeen de wind is overal dezelfde; ook is de Noordzee niet afgesloten. De hellingen worden daardoor van plaats tot plaats verschillend, het zee-oppervlak krijgt een of andere gebogen vorm. Maar in principe blijft de zaak nog min of meer eenvoudig. Het zee-oppervlak neemt één bepaalde stand aan, bepaald door het 2-dimensionale windveld, en deze stand bepaalt overal de opstuwing of, zoals wij kortheidshalve zullen zeggen, de „stuw".

Doch nu de complete werkelijkheid: een stormveld blijft bijna nooit zolang aan zichzelf gelijk, dat de besproken evenwichtstoestand zich instelt. Heeft het dan wel betekenis, die evenwichtstoestand zo uitvoerig te bespreken? Zeker: op elk moment kan men zich bij het gegeven windveld die evenwichtstoestand denken als een virtuele *streef*toestand, d.w.z. de toestand, waarnaar de werkelijke toestand op elk moment streeft, doch die zich inmiddels van moment tot moment wijzigt. De reactie van de zee op het veranderende krachtveld is derhalve te vergelijken met de reactie van een meetinstrument op een zich veranderende te meten grootheid, b.v. een galvanometer, die de veranderingen van een electrische stroom tracht te volgen. Verandert de stroom langzaam, dan is de stand van de galvanometer steeds behoorlijk in overeenstemming met de stroomsterkte, doch verandert de stroom snel, dan blijft de aanwijzing van de galvanometer achter, òf schiet op een bepaald moment over de evenwichtsstand heen, dank zij zijn traagheid, of — wil men — dank zij zijn eigen slingerperiode, een en ander dan nog in afhankelijkheid van de mate van demping van het instrument.

Deze analogie is zeer vèrgaand: ook de watermassa van een zeebassin heeft haar eigen traagheid, waardoor de stand van het oppervlak achter de streef-stand aanloopt, doch ook, als deze min of meer snel een maximum bereikt, daar tijdelijk over heen schiet (zie fig. 3); deze traagheid bepaalt verder voor elke schommelrichting een eigen slinger-*periode* van de watermassa (of eigenlijk een reeks van zulke perioden, te vergelijken met grondtoon en boventonen). En er is ook de demping (door inwendige wrijving). En deze demping is niet groot genoeg om, bij snel veranderen van een evenwichtsstand, te verhinderen, dat het systeem om de nieuwe evenwichtsstand heen oscilleert (zie fig. 3 en 4), juist zoals bij een niet voldoende gedempt meetinstrument. Doch — ons Noordzee-systeem is nu wel zéér veel ingewikkelder dan zulk een enkelvoudig meetinstrument, ik mag wel zeggen oneindig in 't kwadraat maal zo ingewikkeld. Immers, die streeftoestand van de Noordzee, waarvan bij ons meetinstrument de momentane waarde van de te meten grootheid het analogon is — die streeftoestand van het Noordzee-oppervlak is maar niet één waarde, doch een 2-dimensionaal *veld* van waarden! Dit maakt bijvoorbeeld al dadelijk het schommeleffect veel ingewikkelder; of eigenlijk blijft het nu niet bij een schommeleffect, maar wordt het in 't algemeen een golf-effect.

Het eenvoudigst liggen de zaken nog bij een min of meer homogeen windveld, homogeen vooral wat richting betreft;

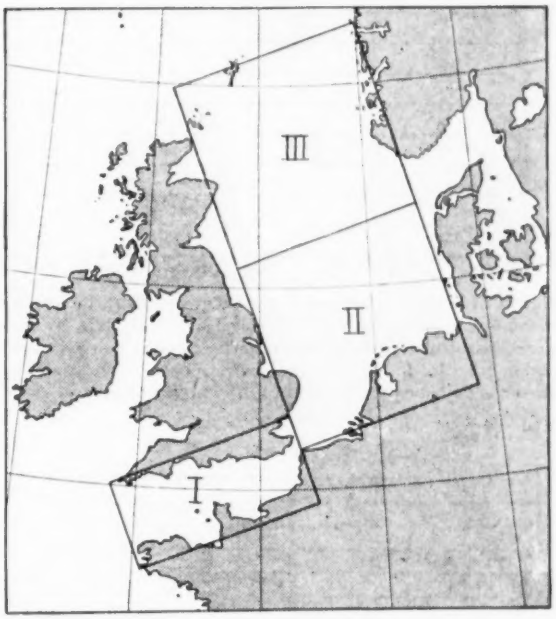


Fig. 1. Vak-indeling van de Noordzee en het Kanaal, zoals deze gebruikt wordt bij de methode-Schalkwijk ter berekening van stormvloeden uit het windveld. Elk der drie vakken wordt als een *unit* behandeld. Verreweg het belangrijkste voor de Nederlandse kust is vak II.

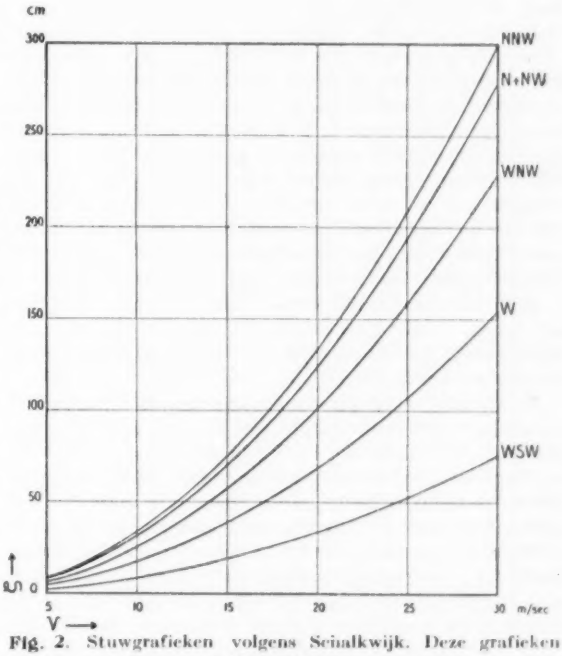


Fig. 2. Stuwgrafieken volgens Schalkwijk. Deze grafieken gelden voor de evenwichtswaarden van de stuw, voorzover bepaald door het zuidelijke vak van de Noordzee.

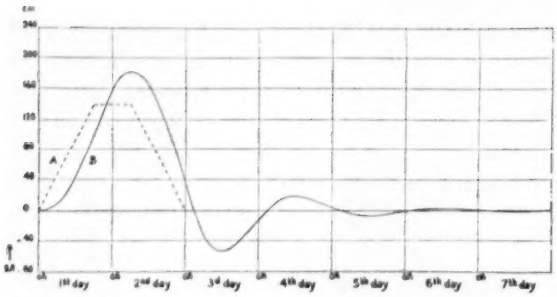


Fig. 3. Schematisch verloop van de stuw wanneer de evenwichtswaarde daarvan verloopt volgens de stippellijn A. De werkelijke stuw (lijn *B*) blijft eerst achter, schiet dan over het maximum van de lijn *A* heen (opzwiepeffect) en schommelt tenslotte na het verdwijnen van het windveld nog om de nullijn heen.

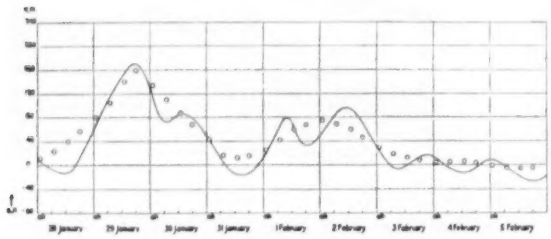


Fig. 4. Stuwkromme voor de stormvloed van Januari 1938, welke schommelingen vertoont om de lijn der berekende evenwichtswaarden heen (volgens Schalkwijk)

gaat dit plotseling optreden of plotseling wegvallen, dan zal toch nog een min of meer eenvoudige schommeling van de zee als geheel optreden, met een bepaalde periode. Wél zal die periode nog afhangen van de richting, waarin het zeeoppervlak scheef stond; men kan zowel schommelingen in de dwarsrichting als in de lengterichting hebben, alsook tussengevallen. In de lengterichting van de Noordzee is zulk een schommeling, als staande golf, te vergelijken met de staande golf in een aan één kant open orgelpijp. Waarbij we dan nog als complicatie hebben het lek bij het Nauw van Calais. Voor zulk een schommeling in de lengterichting is de eigen periode van de Noordzee ongeveer 40 uur.

Bij minder eenvoudige gevallen kan men echter vaak van een soort „vloedgolf" spreken, die, wanneer hij niet meer beantwoordt aan de evenwichtstoestand, naar verschillende kanten weg kan lopen.

De werkelijkheid is dus wel zeer ingewikkeld. En dan komt daar nog de Coriolis-kracht bij, die zelfs het geval van een eenvoudige schommeling — vrij of gedwongen — in zulk een baai als de zuidelijke Noordzee omzet in een ingewikkelder beweging, een langs de kusten rondgaande golf, zoals ook de gewone getijgolf er een is tijdens de Zuidwaartse toestroming van water vindt dan ophoping tegen de Britse kust, later een ophoping tegen de kusten van het continent plaats. Een voorbeeld van zulk een rondgaande vloedgolf werd gegeven door de stormvloed van 8 Jan. 1949, die zorgvuldig door CORKAN is onderzocht (zie fig. 5 en 6).

Overzien we nu eens het geheel van mogelijkheden, dan kunnen we de verschillende stormvloeden, of — algemener uitgedrukt — de verschillende mogelijke, door wind veroorzaakte standveranderingen van het Noordzee-oppervlak classificeren. Van deze verschillende mogelijkheden kunnen er eventueel wel meer dan één gelijktijdig gerealiseerd zijn!

Om te beginnen kunnen we — zoals reeds gezegd — behalve storingen door de wind nog storingen door de druk onderscheiden. Daar aan 1 mbar de druk van ongeveer 1 cm water beantwoordt, kan bij diepe depressies het drukeffect wel eens in de decimeters lopen. In de regel blijft inmiddels de verhoging van het waterpeil beneden de theoretische evenwichtswaarde. In een enkel bijzonder geval kan de verhoging evenwel méér bedragen, zoals PROUDMAN heeft laten zien: namelijk wanneer een depressie zich verplaatst met een snelheid, die ongeveer gelijk is aan de voortplantingssnelheid van een lange golf in het betrokken zeegebied; er treedt dan een soort resonantie op.

Wat de storingen door de wind betreft, onderscheiden we eerst (A) uitwendige en (B) inwendige vloeden (C o r k a n's „external" en „internal wind surges").

(A) Eerstgenoemde worden buiten de Noordzee opgewekt, doch maken zich ook binnen de Noordzee merkbaar, van het Zuiden of van het Noorden uit.

(A 1) Een opwaaiing in het Kanaal zal zich door het Nauw van Calais heen ook meedelen aan de zuidelijke Noordzee. Bovendien geeft een stroom door het Nauw heen dank zij de aardrotatie een verhoging op de rechterzijde. Het effect op de Noordzee is des te zwakker naarmate men verder van de opening verwijderd is; in Hoek van Holland zou het in het uiterste geval een 80 cm stuw kunnen geven bij een WZW-orkaan in het Kanaal (die stellig niet met een Noordwesterstorm in de Noordzee zal samenvallen!).

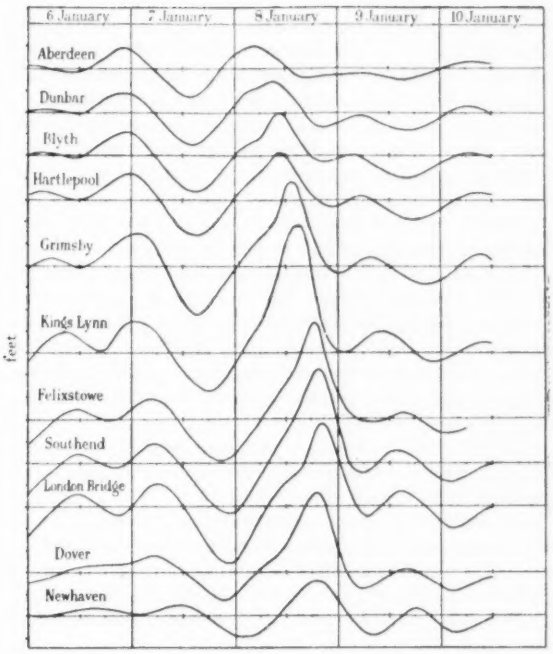
(A 2) In het Noorden kan een storing van de zeespiegel uit de Oceaan de Noordzee binnendringen. Bij een min of meer stationnaire toestand aldaar is het effect in de Noordzee het grootst voor ZW-wind! De afdrijvende kracht van de aardrotatie is dan oorzaak van een verhoging van het waterpeil rechts van de stroom, die dan in Noordoostelijke richting langs N.Schotland en W.Noorwegen loopt. Een stationnaire NW-wind op de oceaan, die zich *niet* tot in de Noordzee zou uitstrekken, zou echter gepaard gaan met een stroom dwars daarop, in zuidwestelijke richting, *zonder* stuw in de Noordzee, daar in dit geval de schuifspanning van de wind door de Coriolis-kracht gecompenseerd zou worden.

In het algemeen zal een storing van de zeespiegel op de Oceaan echter *niet* stationnair zijn. Een tijdelijke verheffing van de zee voor de monding van de Noordzee (b.v. optredend bij een daar langs trekkend stormveld) zal dan als een vloedgolf de Noordzee binnenlopen en tot op onze kusten een stuw kunnen geven. Er zal daarbij in het algemeen nog terugkaatsing in de zuidelijke Noordzee optreden, met als eventuele complicatie de m o g e l i j k h e i d van een soort resonantie; dat hangt af van de tijd waarin de storing in het Noorden voorbij gaat; dit geval is onlangs onderzocht door G o l d s b r o u g h.

(B) De hoofdbron van onze stormvloeden is en blijft inmiddels de Noordzee zelf (inwendige vloeden). We onderscheiden in de eerste plaats: (B 1) gestrekte windvelden, met een min of meer rechte windbaan, en (B 2) gekromde windvelden, die in de onmiddellijke omgeving van een depressiekern optreden.

(B 1) Gestrekte stormvelden op de Noordzee laten zich natuurlijk in de eerste plaats naar de windrichting onderscheiden. In het stationnaire geval komen alleen winden tussen W en N als oorzaak van stormvloeden in aanmerking.

Zulk een stormveld kan zich tot de noordelijke helft van de Noordzee of tot de zuidelijke helft beperken of ook ongeveer haar volle lengte beslaan. Zoals S c h a l k w i j k heeft aangetoond, is de zuidelijke helft verreweg het belangrijkst voor ons. Dit gebied alleen (zie fig. 1) kan in het



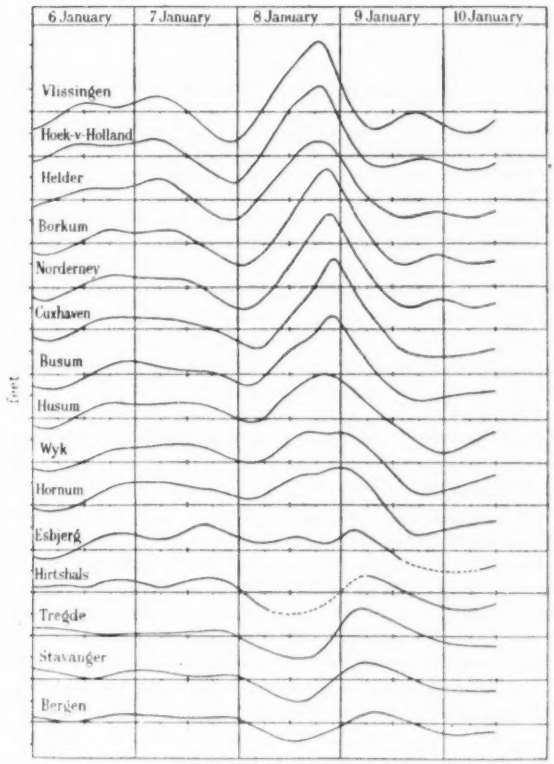


Fig. 5a, 5b. Stuwkrommen voor verschillende om de Noordzee gelegen plaatsen, van 6 t/m 10 Januari 1949 (volgens CORKAN). Men ziet de top van de stormvloedgolf voortlopen, langs de Britse kust naar het Zuiden, vervolgens langs het continent naar het Noorden.

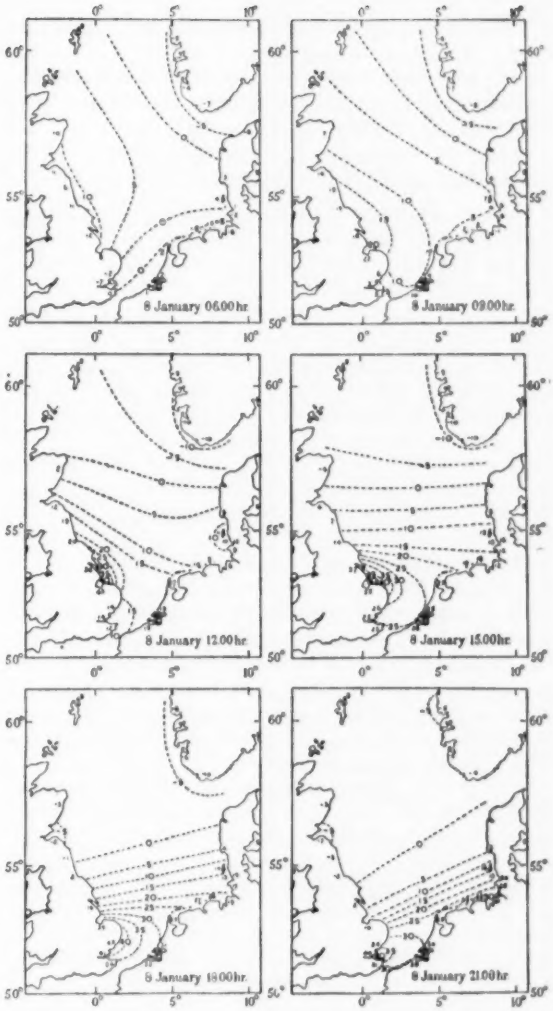


Fig. 6. Lijnen van gelijke stuw op de Noordzee, van 6 tot 21 uur G.M.T., 8 Jan. 1949 (volgens CORKAN). De hoofdrichting van de gradiënt van de opzet draait tegen de wijzers van de klok in. De stuwwaarden zijn gegeven in 0,1 ft.

uiterste geval reeds een 3 m stuw in Hoek van Holland geven (zie fig. 2). De noordelijke helft is veel dieper en geeft mede daardoor bij ons hoogstens een zesde deel van wat het zuidelijk gebied onder gelijke omstandigheden doet.

Het niet-stationnaire geval geeft, zoals we reeds zagen, vergeleken met het voorgaande vele complicaties. We willen daar niet opnieuw op ingaan, doch volstaan met een paar bijzondere effecten te noemen, nl. (a) een langs de Noordzeekusten tegen de wijzers van de klok in rondgaande „golf", gevolg van de afdrijvende werking der aardrotatie; (b) de mogelijkheid van een soort resonantie, wanneer het zwaartepunt van het stormveld zich met een bijbehorende vloedgolf mee over de zee verplaatst (in de Noordzee b.v. van Noord naar Zuid); (c) het schommeleffect na snel wegvallende windwerking. In dit laatste geval kan een storm uit het Z u i d e n ons na afloop indirect — bij het over de „nulstand" heen schommelen — een stuw bezorgen! Tenslotte is bij dit schommeleffect een resonantie mogelijk, wanneer namelijk een afwaaiing gevolgd wordt door een opwaaiing en er tussen deze beide een tijdsinterval van ongeveer de helft der eigen slingerperiode, dus voor de lengte-

richting van de Noordzee een tijd van ongeveer 20 uur verloopt.

(B 2) Gekromde windbanen vlak bij een depressiekern geven meestal, door de inhomogeniteit van het windveld, niet een zeer grote stuw.

Stormvloed 1953

Deze uiteenzetting moge worden besloten met enige opmerkingen over de stormvloed van 1 Februari 1953, hoewel het niet de bedoeling is, vooruit te lopen op de beide volgende voordrachten.

Een eerste vraag, die we ons in dit verband willen stellen, geldt het verloop van de stormvloed langs de Noordzeekusten. Was ook hier te spreken van een rondgaande vloed, zoals b.v. die van fig. 5? Slechts tot op zekere hoogte. Langs de noordelijke helft van de Britse Oostkust kan men van een lopende vloedgolf spreken, doch dan geen vrije maar een gedwongen „golf", die bepaald werd door de meteorologische omstandigheden en veel langzamer liep dan een vrije golf. De top van de stormvloed-golf liep namelijk in ongeveer 10 uur (van 14 tot 24 uur) van Aberdeen naar Immingham, terwijl een min of meer vrije golf, evenals de getijgolf, daar 5 uur over doet. Omstreeks middernacht is dan het maximum van de stuw in het zuidelijke deel van de Noordzee overal ongeveer gelijktijdig, althans van Immingham langs de Engelse oostkust naar het Zuiden en aan de continentale kant Noordwaarts tot Vlissingen. Langs de Nederlandse kunst verloopt dan de top van de stuw weer in de tijd van Zuid naar Noord, met ongeveer dezelfde snelheid als de getijgolf.

In de tweede plaats kunnen we ons afvragen in welke mate we bij deze stormvloed van een evenwichtstoestand hebben kunnen spreken. Na het passeren van de top van de stuw werd zulk een toestand vrij goed benaderd, daar het windeffect toen slechts zeer geleidelijk afnam. Vóór de top was er echter een min of meer normale aanloop, met een grote stijgsnelheid van de stuw (in Hoek van Holland 1,5 m in 6 uur); er is dus stellig wel een „opzwiepeffect" geweest. Berekening van de stuw achteraf, uit de zorgvuldig nageanalyseerde weerkaarten van de nacht van 31 Jan. op 1 Febr., volgens de methode SCHALKWIJK, levert resultaten, die goed met de werkelijkheid overeenstemmen; voor Hoek van Holland levert deze berekening voor de evenwichtsstand reeds een maximale stuw van ongeveer 3 m, terwijl 3.30 m is opgetreden; het verschil kan — afgezien van de onzekerheid, die nog aan die 3 m kleeft, ten gevolge van de begrensde nauwkeurigheid der windgegevens van de Noordzee — gemakkelijk aan het „opzwiepeffect" worden toegeschreven. Ook de verschuiving in de tijd van de waargenomen stuw-kromme t.o.v. de kromme der evenwichtswaarden — een verlating van ongeveer 2 uur — klopt met wat Schalkwijk bij vroegere stormvloeden gevonden heeft.

Een zeer onzekere factor, bij elke berekening van stuwhoogten uit de weerkaarten, blijft — zoals ik reeds zeide — de windsnelheid. Daar het windeffect evenredig is met het kwadraat van deze snelheid, geeft de relatieve onnauwkeurigheid der grote windsnelheden (boven zee) een dubbel zo grote relatieve onnauwkeurigheid der te berekenen stuwwaarden.

Hieruit volgt, hoe wenselijk een geregelde meteorologische berichtgeving van een vast station midden op de zuidelijke helft van de Noordzee is.

Een ander middel tot verbetering van de mogelijkheid van vooruitberekening van stormvloeden zou de instelling van een continue internationale synoptische waterstandrapportendienst zijn, waardoor elk der landen om de Noordzee steeds op de hoogte zou zijn van de momentane waterstanden elders.

En tenslotte kan er ook theoretisch nog in verschillende richtingen verder gewerkt worden aan onze kennis van het mechanisme der stormvloeden; dit moge, na de voorgaande uiteenzettingen daaromtrent, zonder meer voldoende duidelijk zijn.

Literatuur

F. L. ORTT, Verhandelingen Kon. Inst. v. Ingenieurs 1896—97, p. 117—130.

P. H. GALLÉ, Stormvloeden langs de Noordzee- en Zuiderzeekusten, Leiden 1917.

J. PROUDMAN, Monthly Notices Roy. Astron. Soc., Geophys. Suppl. II 4, 197, 1929.

W. F. SCHALKWIJK, A contribution to the study of storm surges on the Dutch Coast, K.N.M.I. Meded. en Verh. B No. 7, 1947.

R. H. CORKAN, Phil. Trans. Roy. Soc. Londen A 242, 493—525, 1950.

BERICHTEN VAN ALLERLEI AARD

Jaarverslag 1952 der Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek (Z.W.O.)

Bijzonder moge de aandacht worden gevestigd op dit belangrijke boekje, uitg. Z.W.O., Lange Voorhout 60, 's-Gravenhage 1953, waarvan de betekenis, ook als documentatie, boven die van een gewoon „jaarverslag" uitgaat.

Na een overzicht der samenstelling van de Raad voor Z.W.O., het bestuur en de adviescommissies voor: geesteswetenschappen, natuurkundige, biologische en medische wetenschappen, begint het verslag met enkele algemene informatieve mededelingen en motiveringen, w.o. die aangaande het op 15 Februari 1952 te Genève gesloten internationaal verdrag, ondertekend door vertegenwoordigers van: België, Denemarken, W. Duitsland, Frankrijk, Griekenland, Italië, Joegoslavië, Nederland, Noorwegen, Zweden en Zwitserland, betreffende *voorbereidingen* voor gemeenschappelijk kernphysisch onderzoek. Hiervoor gaf Z.W.O. *f* 44.000,—. Engeland, dat niet mee-tekende, stelde later ook geld en mensen beschikbaar. Op 5 Mei 1952 werd te Parijs de eerste vergadering gehouden van het Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (C.E.R.N.), waar de Italiaan, prof. E. AMALDI, tot Secretaris Generaal werd gekozen en 4 werkgroepsleiders werden benoemd: de Noor Dr ODD DAHL voor het ontwerpen van een groot apparaat, de Nederlander, prof. dr C. J. BAKKER voor het ontwerpen van een kleiner apparaat, de Fransman dr L. KOWARSKI voor de algemene voorbereidingen en het ontwerpen van het laboratorium en de Deen, prof. NIELS BOHR voor het theoretisch-physische werk.

Op een volgende vergadering werd besloten, als „kleine" machine een synchro-cyclotron voor 600 millioen eV te laten ontwerpen en als „groot" apparaat een protonsynchrotron voor ca 10 milliard eV.

Het te Brookhaven (V.S.) tot stand gekomen cosmotron voor 3 milliard eV waarbij de focussering van elementaire deeltjes de mogelijkheid van veel grotere energieën opende, was aanleiding te besluiten, zo mogelijk een proton-syn-

chrotron voor 30 milliard eV te ontwerpen, hetgeen waarschijnlijk niet noemenswaardig duurder behoeft te zijn dan de oorspronkelijk beoogde voor 10 milliard eV. Als plaats werd, zoals bekend, besloten tot een stuk bouwland ten W. van Genève tegen de Franse grens gelegen.

De voornaamste werkzaamheid van Z.W.O. is het verstrekken van subsidies op aanvragen, welke één maal per jaar, vóór 1 September, voor het volgende kalenderjaar kunnen worden gedaan, zodat het budget der Organisatie aan het begin van het kalenderjaar vrijwel geheel is vastgelegd, nadat de aanvragen deskundig zijn beoordeeld door de adviescommissies. Behalve deze subsidies voor wetenschappelijke onderzoekingen worden ook stipendia gegeven, welke zich richten op de vorming van „wetenschappelijke nakomelingschap". In 1952 werden 8 stipendia verleend. Verder worden jaarlijks gelden gevoteerd voor enige bijzondere fondsen, die het o.a. mogelijk maken, dat allerlei outillage wordt vervaardigd, aangeschaft, uitgeleend enz. ten dienste van wetenschappelijke onderzoekers.

De Rijksbijdrage bedroeg voor 1952 *f* 2 millioen of 7% meer dan het jaar tevoren. Hopelijk zullen de inkomsten der organisatie in de naaste toekomst zeer belangrijk verhoogd worden. Tekorten konden nog enigszins worden opgevangen uit overschotten van voorafgaande jaren, toen het tempo nog geringer was, ook door gebrek aan werkelijk bekwame jongere onderzoekers. Dit laatste begint b.v. in de natuurkunde in gunstige zin te veranderen, hoewel het nog aanzienlijk is. De kwaliteit der projecten verbetert inmiddels, zodat, niettegenstaande voortdurend strenger wordende selectie, slechts aanvragen tot een gezamenlijk bedrag van ca *f* 300.000,— ongeschikt werden geacht. Het tekort aan geldmiddelen is vooral te betreuren, omdat de weg, die een begonnen onderzoek nader zal blijken te moeten inslaan, niet steeds te voorzien is.

Gelukkig werd niettemin een kleine reserve gevormd, zonder welke de financiële deelneming aan de Europese samenwerking op kernphysisch gebied niet mogelijk zou zijn geweest.

Behalve het financiële overzicht, zijn belangwekkend: de grafische voorstellingen van de verdeling der bestedingen sinds 1946 en het gespecificeerde overzicht der bestedingen in 1952. Als documentatie is wellicht nog interessanter het overzicht van de in 1952 in de vorm van publicaties enz. verkregen resultaten van bestedingen in voorafgaande jaren, waarin verschillende posten der opsomming deels duidelijk zijn toegelicht en alleszins indrukwekkend mogen worden genoemd.

De lezing van dit gedeelte kan dan ook bijzonder worden aanbevolen om een indruk te krijgen van de betekenis der organisatie en de gebieden, waarop zich het Nederlands zuiver wetenschappelijk onderzoek beweegt. Eigenlijk wordt nog slechts een zeer klein gedeelte van het nationaal inkomen hieraan besteed, in vergelijking met andere posten der Rijksbegroting.

Het boekje besluit met de bepalingen voor het verlenen van subsidies en stipendia en tenslotte met de tekst van de Wet van 5 Jan. 1950, houdende bevordering van het zuiver-wetenschappelijk onderzoek en het bijbehorend K.B.

IVde Internationaal Astronautisch Congres 3—8 Augustus 1953 te Zürich

Dit grote congres voor ruimtevaart, georganiseerd door de Internationale Astronautische Federatie, waartoe 17 landelijke verenigingen behoren, o.a. de Ned. Ver. voor Ruimtevaart, wordt gehouden in zalen van het Studentenhuis en het gebouw voor Natuurkunde der E.T.H.

Natuurkundigen, chemici, wiskundigen, astronomen, biologen, ingenieurs enz. uit vele landen komen hier samen om de grondslagen en technische problemen van de (niet op oorlogsdoeleinden gerichte) ruimtevaart te bespreken en meer in het bijzonder een decimaal-classificatie-systeem voor het betreffende gebied, een normalisatie der vakuitdrukkingen in de verschillende talen; voor de maatsystemen werd op een vorig congres reeds het CGS-systeem gekozen. Tenslotte hoopt men tot een internationaal tijdschrift en woordenboek te komen, daar op dit gebied slechts door internationale samenwerking in groot verband iets te bereiken is.

In de loop van vier dagen zullen 28 wetenschappelijke voordrachten worden gehouden (deels met films). Op een openbare filmavond op 6 Augustus in het machine-laboratorium der E.T.H. zullen enkele zeer bijzondere raket- en speurwerkfilms worden vertoond.

Buitenlandse gasten hebben vrije toegang tot de voordrachten en films. De deelnemersbijdrage voor niet-leden bedraagt overigens slechts Zw. frs 3,30. De kaarten zijn te krijgen aan het bureau in de zalen der E.T.H., waar het Congres wordt gehouden.

„Houtdagen", 25—26 Sept. 1953 te Amsterdam

De voor de derde maal door het Houtvoorlichtings Instituut (Keizersgracht 321, tel. 47575) georganiseerde „Houtdagen", in het gebouw Bellevue, ingang Leidsekade, vangen op Vrijdag 25 September te 10.00 uur aan.

Sprekers zijn o.a. prof. ir Peutz, die het Raadhuis te Heerlen bouwde, ir Van Mansum (Ministerie van Wederopbouw) en Mej. dr T. Hof (Houtinstituut T.N.O. te Delft).

„Journées de Hydraulique" en „Congrès internat. des Irrigations et du Drainage" resp. 12—14 en 15—17 April 1954 te Algiers

Eerstgenoemde bijeenkomst, welke voor de 3de maal wordt gehouden, is gewijd aan: Regen, verdamping, filtratie en afvloeiing.

Voor aan te bieden wetenschappelijke bijdragen gelieve men een samenvatting in 3 exemplaren zo spoedig mogelijk te zenden aan de organisatoren: Société Hydrotechnique, 199 Rue de Grenelle, Paris (7e). De aangenomen bijdragen moeten vóór ultimo 1953 in 10 exemplaren in extenso aan dit adres worden gezonden, waar ook alle inlichtingen omtrent deelneming aan deze congressen kunnen worden verkregen. Na afloop volgen wetenschappelijke excursies in Algerië, Marokko, Tunis en Frankrijk.

Exposities Mijnen, Metallurgie, Mechaniek, Electrotechniek der Jaarbeurs te Luik, 24 April—9 Mei 1954

Ter gelegenheid van eerstgenoemde expositie zal het Nat. Inst. v.d. Kolen-Industrie een internat. conferentie houden betr. *De volledige vergassing van steenkool.*

Het Bureau voor de Scheepvaart heeft het initiatief genomen tot de *Dagen der Maas-Scheepvaart.*

Een colloquium *Thermische behandeling van metalen* zal worden gehouden.

Het Belgische Studie- en Documentatie-Centrum van het Water zal behandelen: *De zelf-zuivering en het debiet van vaste stoffen in de industriële rivieren: behandeling van industriële afvalwaters.*

Voor nadere inlichtingen kan men zich wenden tot de Rector der Universiteit van Luik of tot de administratie der Luikse Jaarbeurs, 17, Boulevard d'Avroy.

Internationaal Congres van Wiskundigen
2—9 Sept. 1954 te Amsterdam

Bovengenoemd congres, waarvan de 7 secties zullen omvatten: 1. Algebra en getallentheorie; 2. Analyse; 3. Meetkunde en Topologie; 4. Waarschijnlijkheid en Statistiek; 5. Mathematische Physica en Toegepaste Wiskunde; 6. Logica en Grondslagen; 7. Philosophie, Geschiedenis en Onderwijs, wordt gehouden onder de auspiciën van het Wiskundig Genootschap.

De kosten van deelneming zullen ca *f* 50,— bedragen; voor hen, die de gewone leden begeleiden, ca *f* 20,—.

Voor nadere inlichtingen en aanmelding wende men zich tot het Secretariaat van het Congres, 2de Boerhaavestraat 49, Amsterdam-O.

De Canadese zeevaartweg van de Atlantische Oceaan naar de Grote Meren

Het St Lawrence waterkracht- en scheepvaartproject werd in de Instituutsvergadering van 22 Juli 1952 door de heer HOLDEN besproken; een verslag van deze voordracht en de gedachtenwisseling, die er op volgde, werd opgenomen in *De Ingenieur* no. 33, dd. 15—8—1952. Toen reeds werd verwacht, dat het project weldra tot uitvoering zou kunnen komen.

Thans spreekt de *Times* van een aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid. Uit een Canadese wet blijkt, dat dit land bereid is, de gehele zeevaartweg zelf tot stand te brengen, en niet alleen voor het gedeelte tussen Montreal en Lake St Francis, dat geheel in Canada ligt, maar ook voor het gedeelte op de grens tussen Canada en de V.S. van Cornwall tot Iroquois.

In laatstgenoemd gedeelte, de „International Rapids Section", zullen de Ontario Power Comm. en vermoedelijk de City of New York Power Authority gezamenlijk de waterkracht-centrales voor een totaal vermogen van 2,2 millioen pk tot stand brengen, zodra dit plan aan de zijde der V.S. is geratificeerd, zodat men de aanbestedingen hiervoor in het begin van het volgend jaar mag verwachten. Dit is urgent, daar bij gebreke hiervan de Ontario Power Commission tot een groter aantal thermische centrales zou moeten overgaan. Aanbestedingen voor het dieper maken van het kanaal ten dienste van de verbinding met de zee worden in de loop van 1955 verwacht.

De voorlopige kostenramingen liggen op het ogenblik alle boven de $ 700 millioen en van de zijde der uitvoerders meent men, dat het totaalbedrag, waarmee rekening gehouden zal moeten worden, niet veel minder dan $ 1 milliard zal zijn, waarvan $^3/_5$ voor het waterkracht-project en $^2/_5$ voor de scheepvaartweg. Deze laatste zal de handel sterk bevorderen.

De investeringen in Canada zijn in het algemeen van buitengewone omvang: in de laatste 6 jaar b.v. $ 1,5 milliard voor de petroleumindustrie, $ ½ milliard voor de waterkracht en de metaalindustrie in het Kitimat-gebied van Brits Columbia; een vennootschap met een kapitaal van $ 225 millioen is opgericht om de ertsen van N.-Quebec en Labrador te exploiteren.

Canada is echter een markt, waarheen het nog moeilijk is te exporteren, zolang men niet over voldoende dollars beschikt om er vaste voet te krijgen. Dit heeft Engeland ook bemerkt, b.v. op het gebied van de bruggenbouw, waarin het niettemin gespecialiseerd is.

In verband met het St Lawrence project hebben inmiddels 7 grote aannemingsmaatschappijen het plan opgevat een gezamenlijk bureau in Canada te vestigen en zich ter plaatse te oriënteren o.a. omtrent de technische, commerciële en arbeidsproblemen, die zich daar voordoen en anderen gaan in die richting.

Vermoedelijk zullen de aanbestedingen in gedeelten geschieden van ca $ 50 millioen. Voor grote contracten zal wel samenwerking met Canadese ondernemingen nodig zijn.

Correspondentie met jonge zakenlieden en jonge leden der vrije beroepen in de V.S.

De „U.S. Junior Chamber of Commerce" heeft 150.000 leden van 21- tot 35-jarige leeftijd, verdeeld over 22 afdelingen in 2000 gemeenten.

Door de Ambassade wordt medegedeeld, dat deze organisatie gaarne correspondentie tussen haar leden en personen in Nederland, die tot de overeenkomstige groepen behoren m.n. jonge ingenieurs, zou willen bevorderen om zaken- en beroeps-ideeën en gegevens uit te wisselen en inlichtingen te verstrekken betr. de V.S. en haar bevolking en instellingen.

Zij, die met collega's in de V.S. in correspondentie wensen te treden, gelieven hun naam en adres en een korte beschrijving van hun antecedenten aan de Ambassade der V.S. te 's-Gravenhage te willen opgeven.

Lloyd's Register
Tweede kwartaal 1953

Ultimo Juni was in aanbouw, in *duizenden* t, met vermelding van toeneming, resp. teruggang t.o.v. ultimo Maart: Gr. Brittannië en N.Ierland 2123,6 (— 9,3), V.S. 658 (+ 71,6), Duitsland 545,3 (— 14,2), Nederland 450,7 (— 2,3), Italië 385 (+ 30), Zweden 374,8 (+ 28), Frankrijk 369,1 (+ 22,6), Japan 335,5 (— 115), Noorwegen 173,4 (+ 15,8), Spanje 144,1 (+ 23), België 143,3 (+ 3,2), Denemarken 115,8 (— 17,2) en Canada 107,2 (+ 2,2).

Nederland is dus op de 4de plaats onder de scheepsbouwende naties gebleven.

Het percentage tankers in aanbouw in Gr. Br. en N. Ierland was gedaald tot 57,1 %. Het gemiddelde voor de gehele wereld was gestegen tot 56,4 %.

Het percentage in aanbouw voor vreemde vlag was in Gr. Br. en N. Ierland tot 30% gestegen, waarvan 248.355 t voor Noorwegen, 102.591 t voor Liberia en 80.765 t voor Panama.

Het percentage voor vreemde vlag elders in aanbouw was gestegen tot 33,8 %, waarvan 265.250 t voor Panama, 230.000 t voor Noorwegen, 140.462 t voor Liberia en 122.845 t voor de V.S.

Voor vreemde vlag was in aanbouw in Nederland 304.251 t, in Duitsland 262.931 t, in Zweden 189.605 t, in de V.S. 151.050 t, en in Japan 121.090 t, hetgeen resp. 67,5; 48,2; 50,6; 22,9 en 36,1 % was van het in die landen in aanbouw zijnde, waarmede Nederland, na Gr. Br. en N. Ierland, de 2de scheepsruimte exporterende natie bleef.

In aanbouw waren 25 ss en 60 ms van 6—8.000 t; 42 ss en 33 ms van 8—10.000 t; 64 ss en 109 ms van 10—15.000 t; 36 ss en 13 ms van 15—20.000 t; 27 ss en 3 ms van 20—30.000 t.

Van de in Gr. Br. en N. Ierland in aanbouw zijnde schepen bestond 1.056.423 t uit ss en 1.067.142 t uit ms; elders waren de overeenkomstige getallen 1.860.117 t ss en 2.053.750 t ms.

Van de in Gr. Br. en N. Ierland in aanbouw zijnde schepen, viel 93,9 % onder Lloyd's classificatie, van die elders 46,5 %.

In deze cijfers zijn die van China, Polen en Rusland niet begrepen.

Uit het buitenland

Als beschermend middel voor hout onder alle omstandigheden is een lichtbruine reukloze, niet-giftige doch bacteriën en insecten verdelgende organische metaal-zout oplossing ontwikkeld (monohydroxyldioleochloronaphtoabietose, in geconcentreerde vorm compact) welke water afstoot en de plaats inneemt van het water in hout, waarin het door osmose diep doordringt, wanneer het in een bad van de vloeistof wordt gelegd.

Speciale proeven toonden aan, dat de impregnering 27 jaar weersinvloeden in de open lucht zullen weerstaan. Applicatie met kwast of spuit is voldoende voor oppervlakte-bescherming, die ook op beschadigde levende bomen kan worden toegepast.

Onder bepaalde omstandigheden worden gaten in het hout geboord om ook inwendig een reserve van het beschermende middel te kunnen toevoeren. Het hecht zich in membranen en cellen, waaruit het zelfs door langdurig logen niet is te verwijderen en verhoogt ook de sterkte en veerkracht van het hout.

In de eerste plaats belangrijk voor spoorwegliggers, heeft het tal van andere toepassingen. [1])

Het voorkomen en verwijderen van radio-actieve contaminatie van water moet steeds meer ook voor de ingenieur in de practijk een onderwerp van ernstige studie uitmaken, opdat men voorbereid is tegen de tijd, wanneer de industrie in dit opzicht anders een groot gevaar zou gaan opleveren. Daarbij zal steeds onderscheid gemaakt moeten worden tussen de hoeveelheid straling, welke op korte termijn onschadelijk is en de, veel geringere, hoeveelheid, welke ook op den duur toelaatbaar is. Cijfers daarover werden gegeven in een voordracht, op 13 Mei 1953 voor de Institution of Water-Engineers, door A. Wolman van de Johns Hopkins University te Baltimore en A. S. Gorman, gezondheids-technicus der A.E.C. van de V.S.

Zij constateerden, dat 70° der radioactieve stoffen, met de gewone methoden van waterbehandeling, verwijderd konden worden en gaven verder een overzicht der mogelijkheid van toevoeging van absorberende stoffen enz. Het koelwater voor reactoren moet zo goed mogelijk gezuiverd zijn van daarin gesuspendeerde stoffen. Enkele der grootste waterzuiveringsinstallaties staan dan ook ten dienste van die reactoren. Toch wordt het koelwater na gebruik eerst in reservoirs gehouden om althans de relatief kort in stand blijvende radio-actieve stoffen grotendeels als zodanig te doen verdwijnen. Soms wordt het water opnieuw gebruikt en wordt de warmte door koel-torens eraan onttrokken. Er is echter veel koelwater nodig.

Het wordt mogelijk geacht, dat de contaminatie reeds toeneemt door het toenemend gebruik van radio-actieve isotopen in hospitalen, laboratoria en de industrie. [2])

Ketelsteen-bestrijding en -verwijdering d.m.v. ultrasonische trillingen is mogelijk door het „Crustex" apparaat van H.N. Electrical Supplies Ltd. te Londen. Het wordt op het gewone net aangesloten en zet de wisselstroom om in 28.000 gelijkstroomstoten per seconde, waarmee het op de ketel aangesloten deel van het apparaat in trilling wordt gebracht met een stroomverbruik van slechts 20 W.

Het gunstige effect wordt verkregen door de omstandigheid, dat het metaal, waarop de ketelsteen zich vormt, een andere elasticiteitsmodulus dan deze heeft, zodat de laag ketelsteen niet dikker dan een eierschaal kan worden: het event. meerdere breekt er af. Het toestel komt in aanmerking voor een druk tot 33 kg/cm² en een verdamping van ruim 68.000 l/h water van gemiddelde hardheid. Dan wordt de ketelsteen, zoals boven gezegd, voortdurend verwijderd.

De snelle interruptie ter verkrijging van de stroomstoten wordt verkregen doordat een wolfram-draad in contact met kwik, waarboven waterstofgas, dat bij stijgende temperatuur uitzet, het kwikniveau doet dalen en het contact verbreekt. [2])

Het nieuwe hoogterecord voor vliegtuigen op 4 Mei 1953 bedroeg 19.419 m. Het werd bereikt met een English-Electric Canberra van het Ministerie van bevoorrading, dat door de Bristol Aeroplane Comp. gebruikt wordt als beproevingstoestel voor Olympus-straalmotoren, met een waarvan de vlucht ook werd gemaakt.

Het vorige hoogte-record met een gewijzigde de Havilland Vampire met Ghost-motor dateert van 1948. Het bedroeg 18.131 m.

Wegens de afmetingen en constructie van de Canberra-vleugel moest de straalpijp van de Olympus-motor verkleind worden, zodat nog niet het volle effect kon worden verkregen. De motor, welke twee onafhankelijke compressoren in serie, elk aangedreven door een afzonderlijke turbine heeft, is in bestelling voor het Avro Vulcan bombardementsvliegtuig met delta-vleugel. De Curtiss-Wright Corp. in de V.S. heeft licentie. [3])

Verfsoorten ter bepaling van temperatuur aan mechanische onderdelen, waarvan men de temperatuur niet op een der gewone wijzen kan opnemen, werden vóór de oorlog door de I.G. Farben in 12 typen gemaakt, onder de naam „Thermocolor", waarmee men, met een onnauwkeurigheid van 5%, temperaturen tussen 30 en 440° C kon vaststellen. Dit berustte op kleurverandering als gevolg van een chemische reactie bij temperatuurverhoging.

Thans worden dergelijke verfsoorten in de V.S. door de Tempil Corp. gemaakt, waarmee temperaturen tussen 80 en 800° C kunnen worden vastgesteld.

Zij worden o.a. toegepast voor het vaststellen van de temperaturen, die door bepaalde onderdelen van motoren worden bereikt, voor contrôle van warmtebehandelingen en ovens en om de mate, waarin schakelaars verhit raken, te kunnen constateren. [3])

[1]) *Le Génie Civil*, 15 Mei 1948.

[2]) *Engineering*, 15 Mei 1953.

[3]) *Le Génie Civil*, 1 Juni 1953.

BOEKENNIEUWS

L. E. Harris. **Vermuyden and the Fens.** Cleaver Hume Press Ltd., Londen, 1953. 168 blz., prijs 21 sh.

Omtrent Sir Cornelius Vermuyden, de in Engeland alom bekende „Dutchman who drained the Fens" (het laagland bij King's Lynn, Cambridge en Ely) is in de laatste decennia veel opgehelderd. J. Korthals Altes schreef in 1925 zijn „Sir Cornelius Vermuyden, The Lifework of a great Anglo-Dutchman", een in zoverre onjuiste titel daar dit boek vrijwel uitsluitend gaat over Vermuyden's werk in Hatfield Chase (ten Zuiden van Hull), niet over zijn eigenlijke levenswerk, het droogleggen der Fens. H. C. Darby schreef in 1944 „The Draining of the Fens", een waardevolle aanvulling op Altes' werk. Harris schreef thans de eigenlijke biografie van Vermuyden, het resultaat van een zeer gedegen studie van vele jaren. Het geheimzinnige dat Vermuyden omhulde is thans verdwenen. Verhalen als zou hij in armoede en vergetelheid

zijn gestorven zijn onjuist. Zelfs zijn portret, geschilderd door VAN MIEREVELT werd weergevonden, zij het dat dit door de familie van KRETSCHMAR VAN VEEN betwist wordt, zie hieronder.

Het is dank zij HARRIS' onderzoek thans duidelijk, dat VERMUYDEN in 1950 te St Maartensdijk (Tholen) werd geboren, dat hij in welstand overleed te Westminster in 1677 en dat hij 9 kinderen had, die met voorname welgestelde Engelsen trouwden. Hij ligt begraven op het kerkhof van de St Margaret kerk, Westminster, alwaar hij woonde.

De zeer grote successen die VERMUYDEN zo snel wist te behalen, eerst bij het droogleggen van Hatfield Chase (28.000 ha), later bij de Fens (280.000 ha) vorderde een strijdbare man met grote capaciteiten. Als zodanig wordt hij ons door HARRIS afgeschilderd. Wat er ook gebeurde in het turbulente Engeland van die tijd, onthoofding van Karel I, Cromwell's revolutie, ontevreden participanten, oproerige boeren die de werken soms 50 × vernielden en de gehate Hollanders vermoordden, VERMUYDEN wist door te zetten en tevens eigen fortuin te vergroten. In 1655 is er sprake van zijn bankroet, maar dit schijnt niet juist, tenminste hij verkoopt zijn Sedgmoor (bij Bristol) en zijn loodmijn „Dovegang" (bij Derby) niet. Sedgmoor hoopte hij nog droog te leggen, maar daar heeft hij niet aan kunnen beginnen. Eerst veel later werd dit drooggelegd.

Naast VERMUYDEN vinden wij personen als JACOB CATS („a shrewd man of business himself"), CONSTANTIJN HUYGHENS en anderen, als de VERNATTI's de VAN VALKENBURGHS, enz. die in Engeland bekend zijn onder de naam „Adventurers". De zoon, CORNELIUS VERMUYDEN jr, was bevriend met CHRISTIAAN HUYGENS en een der oprichters van de beroemde Royal Society. Hij woonde in „Channel Row, Westminster, where he had a great house, kept many servants and lived in a plentifull manner".

Wij zien hier in een levendige stijl de merkwaardige Gouden Eeuw voor ons herleven. Onze droogmakers waren grand-seigneurs, zij vermaagschapten zich aan de Engelse adel en als grandseigneurs zijn die „adventurers" afgebeeld door VAN MIEREVELT. Colonel NOEL, afstammeling ervan en van de Earl of Gainsborough heeft er tientallen portretten van in zijn verzameling. VAN MIEREVELT schijnt hen allen te hebben geschilderd. Maar het is niet zeker dat een bepaald portret in deze verzameling van een heer met knevel, sik en kanten kraag werkelijk VERMUYDEN voorstelt.

De uitgevers, geliëerd aan onze Elsevier's Uitg. Mij, hebben eer van hun werk; het is uitstekend uitgevoerd. Het boek wordt warm door mij aanbevolen. De schrijver, zelf ingenieur te Cambridge, wiens grote belangstelling voor zijn onderwerp hem zelfs naar St Maartensdijk bracht, verdient onze dank en belangstelling. Mogen vele Nederlanders het werk kopen.

Dr ir J. VAN VEEN.

PERSONALIA

Ir C. L. J. J. QUANT is bij K.B. met ingang van 1 Juni 1953 benoemd tot administrateur in vaste dienst bij het Ministerie van Marine.

Ir C. J. A. FELPERLAAN is bij beschikking van de Minister van Verkeer en Waterstaat met ingang van 1 October 1953 benoemd tot ingenieur 1ste klasse van de Rijkswaterstaat in vaste dienst ter standplaats Zwolle.

Prof. ir D. DRESDEN is bij beschikking van de Minister van Economische Zaken met ingang van 1 September 1953 benoemd tot lid der Hoofdcommissie voor de Industrialisatie.

† HENDRIK CORNELIS KRAFT
1887—1953

1908	Diploma „Elektro Ingenieure" te Mittweida
1909	In dienst getreden bij de firma Maintz & Co
1910	Werkzaam bij het Aniem-kantoor te Soerabaja
1910	Uitgezonden naar Pasoeroean voor oprichting Aniem-bedrijf aldaar
1911—1924	Bedrijfsleider Aniem te Malang
1924—1925	Waarnemend Administrateur der Solosche Electriciteits Mij te Solo
1925—1933	Agent Aniem te Semarang
1933—1937	Ingenieur algemene leiding Aniembedrijven te Soerabaja.
	Overleden te Overveen op 10 Juli 1953

† HENDRIK ZANEN
1889—1953

Directeur der N.V. Zanen & Verstoep te Gouda
Ged. Commissaris van het Hollandsch Aannemers Bedrijf Zanen Verstoep N.V.
Overleden te Wassenaar op 18 Juli 1953.

Ir J. E. SMID is aangesteld als assistent-ingenieur bij de South African Railways, Afd. Nieuwe Werken (Aanleg) te Bloemfontein (Z. Afr.).

Ir J. M. R. FINKEN is met ingang van 15 Juli 1953 werkzaam bij de N.V. Kampense Zink Mij te Budel.

Ir A. KERKHOFF is onlangs als Executive Engineer (Roads) in dienst getreden van het Public Works Department of the Gold Coast te Takorndi.

Ir J. VAN OVEREEM is op 1 Juni 1953 in dienst getreden van Van der Leun's Technische Onderneming te Sliedrecht.

Prof. ir E. VAN EMDEN is benoemd tot directeur van de N.V. Koninklijke Nederlandse Vliegtuigenfabriek Fokker te Amsterdam.

Technische Hogeschool te Delft

Geslaagd voor het examen voor civiel-ingenieur:

G. ABRAHAM, R. BAKHUIS, J. E. BARBAS, H. A. BERDENIS VAN BERLEKOM, J. VAN DEN BERG, L. BEUVING, W. O. J. BÖTTGER, J. BREGMAN, R. J. W. CORTENRAAD, F. W. CRAANDIJK, A. C. VAN DAALEN, G. DEKKER, J. G. H. R. DIEPHUIS, J. A. VAN DORT, G. C. EBELI, F. J. W. VAN ECK, A. EENSCHOTEN, J. FLINTERMAN, B. FRANKEMA, J. D. FRIJLING, P. C. J. VAN DER GAAG, J. C. DE GRIJS, J. HOLLANDER, A. H. E. HUPSCHER, A. JANSSEN, A. A. DE JONGH, J. J. M. KALKHOVEN (met lof), N. C. KIST, P. KOORN, S. G. VAN DER KREEFT, J. S. KUYPER, J. VAN LEEUWEN, P. C. DE MAN, R. J. J. MERTENS, W. F. MÜHLSTAFF, D. R. P. NANNINGA, P. VAN OVOST, W. PIERSMA, J. E. PRINS (met lof), R. V. VAN DER SCHAAR, F. E. P. M. SCHLATMANN, W. H. C. SCHMITZ, D. B. SCHURING, O. SIETZEMA, P. SLIJKHUIS, T. STEIN, W. DE STEUR, M. J. STRAUS, T. TJEBBES, G. H. TOEBES, N. W. TROMP, T. H. VISSER, H. J. WAGEMAKER, L. A. VAN DE WALLE, P. H. VAN DER WEELE, B. D. WIELINGA en J. E. B. WITTERMANS.

werktuigkundig ingenieur:

J. BAZUIN (met lof), N. BLIEK, J. C. BLOM, J. DE BOER, A. BROUWER, P. C. BRUNTING, J. T. DRESE, A. J. FORTANIER, G. GROENEVELD, P. J. HALBMEIJER, J. T. HEES,

R. S. Jaarsma, T. C. Leeuwendal, J. G. Lekkerkerker, C. P. Marks, A. Mulder, E. J. Peeters, T. M. Pelser, M. M. Rutgers van der Loeff, B. J. Sanders, F. H. M. Schröder, J. Schuitemaker, B. W. A. van der Sloot (met lof), H. C. M. Smit, R. T. Steinbuch, F. L. Talmon, A. Verboon, A. N. J. Verheugen, C. J. Verkleij, C. de Vlieger, J. E. Waterman, W. L. van Wierst, C. J. Annegarn, G. B. Beeftink, J. L. de Berg, H. W. D. Bernheim, L. V. G. Candel, J. H. L. Crooijmans, M. van Duijn, F. Engel, J. M. H. van Engelshoven, H. K. A. Eussen, C. J. M. Eijsbouts, J. de Feijter, J. M. R. Finken, W. S. Hogenkamp, T. J. J. M. van Hooff, J. T. van den Hout, J. C. H. Kuipéri, P. J. van Lierop, A. Lind, J. van der Linde, H. N. Mol, G. A. N. M. Nieuwhof, N. E. Pereboom, C. A. J. Pullens, U. P. Rijk (met lof), J. J. van Schaik, H. J. Sjollema, T. J. Somer, K. van der Staaij, W. L. Stehouwer, H. A. Takken, J. J. Tiedema, J. van der Valk, W. Veldhuis, R. H. Veldhuizen, H. Wesseels en J. A. Wieringa.

electrotechnisch ingenieur:
H. Allaries, F. W. Arnoldus, E. Asmussen, H. L. Asser, K. J. H. Bonekamp, H. W. Brooshooft, A. W. de la Court, J. Davidse (met lof), W. M. Hoekstra, E. Hofmeijer, J. Houtsmuller, F. D. Huber, E. T. H. Hustinx, C. Knijnenburg, H. Kok, P. W. de Leede, J. Mak, A. G. van Nie, M. J. van den Oever, E. Olsen, J. M. Peters, J. van der Plas (met lof), J. A. van der Reijden, C. Rodenburg, G. T. Rodenhuis, J. de Ruijter, T. A. Schenk, J. Sluiter, W. Stoorvogel, Tjiong Joe Bing, J. A. H. van Voorthuizen, E. Vroegop en M. de Wit.

bouwkundig ingenieur:
P. F. de Bordes, E. A. Boulan, P. Bugel, A. B. van Hessen, J. R. Koumans, J. Mehrtens, C. Pet (met lof), H. A. Peters, W. F. Snieder (met lof), P. H. A. Starmans, H. de Vries, C. de Wit en W. Zonneveld.

mijningenieur:
C. Bloot, H. J. L. M. Crijns, H. L. A. Gerards, H. Hupkes, J. Kooijman, J. P. Schilp, C. J. A. Soutendam, J. H. M. Thomeer en L. C. M. de Wolf, P. C. Kok, A. A. van der Poel, G. L. Rasch, K. Roos, W. F. A. Stolk en I. W. Tappe.

natuurkundig ingenieur:
P. G. J. Barten, B. Berkepeis, J. Dekker, J. M. Dumoré, E. G. J. Eijkman, F. P. van Groningen, R. J. Heijboer, C. C. Honig, C. J. Hoogendoorn, J. H. Houtman, C. C. van der Kleij, C. J. Knoester, G. T. de Kruiff, P. H. Mans, R. Plomp, H. Tober, A. J. L. Willekens en J. C. Zomerdijk.

geodetisch ingenieur:
P. J. Bakker, J. Henkel, W. Langeraar, G. Smit, A. J. Voshaar en P. M. Upperman.

scheepsbouwkundig ingenieur:
G. J. van Dissel, J. G. Huizinga, R. L. de Bock en H. C. Hoorman. R. H. Bosman, R. Keyser en H. W. Nachenius.

vliegtuigbouwkundig ingenieur:
A. C. A. Bosschaart, A. J. Garnier en R. T. W. Kempers. J. A. van der Bliek, A. de Gelder, J. H. de Leeuw, J. Nijman, O. Spijkerman en W. K. Vermet.

scheikundig ingenieur:
J. Bruijn, J. Eigeman (met lof), N. J. Faasen, C. van de Fliert, A. J. Gottschal, E. F. Harthoorn, J. J. Hasselo, L. W. Hessel, E. H. Houwink, H. E. C. van der Keijl, J. W. Klinkenberg, L. de Leeuw, R. E. Litan, C. F. Madlener, R. van Marwijk Kooij, A. Nilsson, Ong Tjing Gie, M. Oosting, Mej. L. A. Roos, C. Sablerolle, Tan Tjhan Lin, C. G. Vermeulen, G. A. W. Vermeulen, S. A. D. Visser en A. Vunderink.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS

's-Gravenhage, Prinsessegracht 23, Tel. 184542, Giro 9995

Bureau voor Internationale Technische Hulp Technische Commissie van Advies

Aanvrage voor een deskundige voor Costa Rica.

De „Technical Assistance Administration" van de Verenigde Naties zoekt een *electrotechnisch ingenieur* met zeer grote ervaring op het gebied van sterkstroom en hydroelectrische centrales, in het bijzonder op het gebied der *distributie van electrische energie voor Costa Rica.*

Tijdsduur: twee maanden, ingaande zo spoedig mogelijk.

Taak: het bestuderen van de door het Instituut voor electriciteit van Costa Rica opgestelde plannen voor de distributie van electrische energie, om dit Instituut bij te staan in het vervolledigen van deze plannen en bij het voorbereiden der voorzieningen, welke moeten worden getroffen, waarbij o.a. de tarieven onder de ogen zullen moeten worden gezien op zodanige wijze, dat de investeringen rendabel kunnen worden geacht.

Vereist is dus jarenlange ervaring op het gebied van waterkrachtcentrales, in het bijzonder t.a.v. het ontwerpen van transmissie- en distributie-netten en t.a.v. de financiële zijde van zulke ontwerijen.

Taal: Kennis van Spaans is gewenst maar niet noodzakelijk.

Salaris vermoedelijk ca $ 700.— vrij van belasting.

Onder verstrekking van de nodige gegevens over persoon, opleiding, speciale kennis en practijk kunnen sollicitatie-formulieren aangevraagd worden bij de ondergetekende, p.a. Koninklijk Instituut van Ingenieurs, Prinsessegracht 23 te 's-Gravenhage.

De Secretaris van de
Technische Commissie van Advies,
ir F. M. C. Berkhout.

Kort verslag, tevens notulen van de Instituutsvergadering op Maandag 1 Juni 1953 om 11.15 uur in het Concertgebouw te Hengelo (O.)

Aanwezig rond 250 leden, echtgenoten, gasten en geïntroduceerden.

1. *Opening door de President*

De President, dr ir J. A. Ringers, heet de aanwezigen van harte welkom. Een speciaal woord van welkom richt hij tot ir J. B. G. M. Ridder de van der Schueren, in diens hoedanigheid van Commissaris van H.M. de Koningin in de Provincie Overijssel en als spreker van de dag, en tot degenen van de gastheren van het Instituut, wier bedrijven bezichtigd zullen worden en die de uitnodiging hebben aangenomen, de vergadering bij te wonen.

Het voorstel van de President, aan H.M. de Koningin, de Beschermvrouwe van het Instituut, een telegram van

hulde en aanhankelijkheid te zenden van de volgende inhoud:

,,Het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, in Jaarvergadering in Twente bijeen, brengt hulde aan zijne Beschermvrouwe en betuigt Uwe Majesteit zijn eerbied en aanhankelijkheid.

RINGERS, *President*
SANGSTER, *Algemeen secretaris*".

wordt met applaus aangenomen.

De President leest een brief voor, welke van de Secretaresse van H.K.H. Prinses Wilhelmina werd ontvangen en waaruit blijkt, dat Hare Koninklijke Hoogheid, die meer dan 50 jaar Beschermvrouwe van het Instituut is geweest, nog steeds met het Instituut medeleeft. De vergadering betuigt instemming met het voorstel van de President, aan H.K.H. Prinses Wilhelmina een telegram te verzenden van de volgende inhoud:

,,Het Koninklijk Instituut van Ingenieurs in Jaarvergadering in Twente bijeen, brengt hulde aan zijn Honorair Lid en betuigt Uwe Koninklijke Hoogheid zijn eerbied en zijn erkentelijkheid voor het onverflauwd medeleven met de werkzaamheden van het Instituut.

RINGERS, *President*
SANGSTER, *Algemeen secretaris*".

2. *Mededelingen van de President*

In verband met het feestelijke karakter van deze vergadering beperkt de President de zakelijke mededelingen tot één mededeling, nl. dat de Raad van Bestuur in principe besloten heeft tot instelling van een tweejaarlijkse prijs, bestaande uit een oorkonde en een grote zilveren Instituutspenning voor degene, die in de afgelopen periode op het gebied van technisch wetenschappelijk onderzoek de meest sprekende resultaten heeft weten te bereiken en de technische wetenschap op deze wijze het meest heeft gediend. De President, die een voorbeeld in brons van een dergelijke penning aan de vergadering toont, ontveinst zich niet de moeilijkheden, die zich bij het toekennen van de prijs zullen voordoen. Daarbij zal de medewerking van een commissie worden ingeroepen. Een en ander zal nog nader uitgewerkt moeten worden, maar spreker heeft alvast deze mededeling willen doen, omdat het in de bedoeling ligt, de prijs op de Jaarvergaderingen uit te reiken. Indien dit mogelijk zal blijken, zal de eerste prijs reeds het volgende jaar toegekend worden.

3. *Voordracht van ir J. B. G. M. Ridder de van der Schueren, Commissaris van H.M. de Koningin in de Provincie Overijssel, over ,,De ontwikkeling van Twenthe in economisch en technisch opzicht*".

De President acht het een groot voorrecht, in deze vergadering het woord te mogen verlenen aan één van de Instituutsleden, die een zeer belangrijke Bestuursfunctie in Nederland bekleedt, ir J. B. G. M. RIDDER DE VAN DER SCHUEREN, voor het houden van zijn voordracht over ,,De ontwikkeling van Twenthe in economisch en technisch opzicht."

Deze met gloed voorgedragen rede zal afzonderlijk in *De Ingenieur* worden opgenomen.

De President bedankt de spreker voor zijn voordracht en spreekt de hoop uit, dat ir RIDDER DE VAN DER SCHUEREN nog veel in het belang van Overijssel zal kunnen bereiken.

4. *Rondvraag en sluiting*

Aangezien bij de rondvraag niemand het woord verlangt, sluit de President om 12.45 uur de vergadering.

De Adjunct-Secretaris.

Algemeen verslag van de Jaarvergadering op Maandag 1 en Dinsdag 2 Juni 1953 in Twente

Na de zeer grote opkomst bij de Jaarvergadering in Zuid-Limburg in Juni 1952 viel de opkomst dit jaar enigszins tegen: 158 leden, vergezeld van 79 dames, gaven door hun tegenwoordigheid blijk van hun belangstelling.

Het verschil kan natuurlijk voor het grootste gedeelte verklaard worden uit het feit, dat verleden jaar de Nederlandsche Spoorwegen een speciale trein gratis ter beschikking van de deelnemers aan de Jaarvergadering stelden, waardoor toen de totale kosten, aan de deelname verbonden, belangrijk gedrukt werden. Het kan niet ontkend worden, dat dit jaar de kosten voor een echtpaar vrij hoog werden, wat voor velen een beletsel zal zijn geweest. Het volgende jaar zal getracht worden hierin verandering te brengen.

Degenen, die in Twente kwamen, zullen van hun komst zeker geen spijt hebben gehad: er viel veel interessants te zien en te horen; de dames waren ook zeer ingenomen met de voor haar georganiseerde excursies en de stemming was aldoor uitstekend.

Tijdens de vergadering, waarmede de samenkomst op Maandag 1 Juni begon, werd reeds een belangrijke bijdrage voor die goede stemming geleverd door de boeiende en enthousiast voorgedragen rede van ir J. B. G. M. RIDDER DE VAN DER SCHUEREN, Commissaris van H.M. de Koningin in de Provincie Overijssel over ,,De ontwikkeling van Twenthe in economisch en technisch opzicht."

Een aardige verrassing werd de deelnemers bereid tijdens de Twentse koffiemaaltijd op de eerste dag, aangeboden door de gezamenlijke metaal- en electrotechnische industrieën in Hengelo, toen op het toneel van het Verenigingsgebouw van de N.V. Kon. Machinefabriek Gebr. Stork & Co de bekende volksdansgroep van Markelo een aantal fleurige volksdansen ten beste gaf, die sprankelden van levensblijheid en waarmede veel succes werd geoogst.

Maandagmiddag hadden de deelnemers en de hen begeleidende dames de keus tussen 8 verschillende excursies; de deelnemers en deelneemsters kregen, mede dank zij de gegeven uitleg, overal een uitstekende indruk van het bezochte bedrijf.

De ,,borrel" in het Café-Restaurant ,,Het Volkspark" te Enschede was zo gezellig, dat men langer bijeen bleef dan aanvankelijk in de bedoeling lag.

Het diner in het Parkhotel te Enschede, waaraan 165 leden en vele genodigden deelnamen, verliep ook zeer geanimeerd. Tijdens en na het eten werd gedanst.

Door de President, dr ir J. A. RINGERS, werden woorden van dank uitgesproken aan de directies der industrieën, die de leden de gelegenheid hadden geboden, hun bedrijven te bezichtigen. Voorts werd een woord van dank gericht tot het Damescomité en tot de heren ir W. B. K. BOOM en ir W. MULLER, die plaatselijk de organisatie hadden voorbereid.

De volgende dag, Dinsdag 2 Juni, verdeelde de belangstelling zich tussen de vergaderingen en excursies van de Afdelingen voor Bouw- en Waterbouwkunde (in Almelo) en voor Technische Economie en voor Petroleumtechniek (gecombineerd in Oud-Schoonebeek in Drente).

Voor de dames waren Dinsdagmorgen een 4-tal excursies georganiseerd op het gebied der textiel. Ook aan deze excursies zullen de deelneemsters met genoegen terugdenken. Voor de dames en een klein aantal leden bestond het slot van de Jaarvergadering uit een rondrit door mooie gedeelten van Twente met een Twentse koffiemaaltijd in de bezienswaardige boerderij ,,Het Everlo" in Denekamp en een thee in Ootmarsum. Deze rondrit, die door een

dames-comité van Twente verzorgd was, en waarbij Mevrouw L. van Heek-van Heek een enthousiaste toelichting over het bezichtigde, en een duidelijk overzicht van de folklore van Twente gaf, werd een groot succes.

Het weer droeg het zijne bij tot het doen slagen van de Jaarvergadering.

Dit verslag mag niet beëindigd worden, zonder het belangrijke aandeel te memoreren, dat onze jonge leden, ir W. B. K. Boom en ir W. Muller hebben gehad in de voorbereiding van de organisatie en hun hulp aan het Secretariaat. Eveneens werd dankbaar de gul aangeboden hulp aanvaard van de Directie van N.V. G. Dikkers & Co., die met personeel, vrachtauto en personenauto de moeilijkheden van de ingewikkelde organisatie der zeer uiteenlopende excursies en de huisvesting over twee steden verspreid, wisten te verlichten.

De Adjunct-Secretaris.

Uit het jaarverslag 1952 der Stichting „De Cruquius"

De contributies en giften, welke in 1951 resp. *f* 3952,— en *f* 7905,33, tezamen *f* 11.857,33 bedroegen, waren in 1952 resp. *f* 4192,50 en *f* 2153,50, tezamen *f* 6346,—. De bouwrekeningen stoomgemaal, welke in 1951 *f* 10.890,— beliepen, bedroegen in 1952 echter slechts *f* 4.780,43, zodat slechts een gering nadelig saldo resulteerde.

Deze bouwrekeningen betroffen betonnen deurkozijnen en deels wegneembare betonnen schotten, waardoor een goede afsluiting werd verkregen en tevens de voorgevel werd versterkt, zonder dat de buitenarchitectuur werd geschaad. Daarna werden de in verval zijnde ijzeren deuren van voor- en zijgevel door een onzer scheepswerven in hun oorspronkelijke staat hersteld. Ter bestrijding van roest en vocht werden 3 kolomkachels overgenomen en aangesloten op de grote schoorsteen.

Een bijzondere verbetering bleek te zijn de aanstelling van de heer J. W. P. Groffen, oud-hoofdwerktuigkundige Gouv.-Marine N.I. als technisch beheerder van het museum. Een goede samenwerking en werkverdeling is ontstaan tussen de beide beheerders.

De nieuwe functie, die, incl. sociale lasten, een uitgave van *f* 2600,— p.j. meebrengt, zal dan ook worden gecontinueerd.

Het van 3346 betalende bezoekers bruto ontvangen bedrag steeg met 23% van *f* 552,50 in 1951 tot *f* 678,60 in 1952. Hiervan resteerde voor de Stichting *f* 329,17. Het exploitatiesaldo van het Theehuis steeg van *f* 805,60 tot *f* 980,07.

Het bedrag der giften ineens verminderde; wegens het zeer verbeterde aspect van het museum is echter de kans op subsidie van Rijk en Provincie groter geworden. De contributies en giften zullen uiteraard in versterkte mate moeten blijven toevloeien.

Afdeling voor Werktuig- en Scheepsbouw

Verslag van de tweede excursie met beperkte deelname naar de N.V. Nederlandsche Machinefabriek „Artillerie-Inrichtingen" Hembrug - Zaandam en de Koninklijke Nederlandsche Hoogovens en Staalfabrieken N.V. te Velsen op 1 Juli 1953

Hoewel voor de tweede excursie oorspronkelijk 54 deelnemers waren ingeschreven, bleek in de recreatiezaal van de „A.I.", dat slechts 32 leden van de Afdeling W. & S. aanwezig waren.

Het gezelschap werd, onder het genot van een kopje koffie, verwelkomd door de Directeur de Heer ir W. T. Hilarius, die in een korte toespraak een overzicht gaf van de geschiedenis van het bedrijf en van de taken, waarvoor het bedrijf thans is gesteld.

De heer Hilarius herinnerde er aan, dat de Artillerie-Inrichtingen na het rampjaar 1672 in Delft hun oorsprong vonden, toen in 1679 werd besloten aldaar een kleine reparatiewerkplaats voor affuiten in te richten.

In 1879 vierde het bedrijf zijn 200-jarig bestaan.

Omstreeks de eeuwwisseling werden de verschillende werkplaatsen, waarvoor in Delft onvoldoende ruimte aanwezig was, overgebracht naar een terrein nabij de nieuwe Hembrug, binnen de stelling Amsterdam gelegen aan het Noordzeekanaal.

In de eerste wereldoorlog ontstond een sterke groei, welke in de jaren daarna echter weer door een grote teruggang van de productie werd te niet gedaan.

In 1934, een dieptepunt, waren nog slechts ca 1200 mensen aan het bedrijf verbonden.

De daarop volgende 5 jaren gaven weder een sterke groei te zien, zodat begin 1940 dit personeel weer vervijfvoudigd was.

Gedurende de oorlogsjaren vatte het bedrijf nieuwe taken aan, t.w. de productie van gereedschapswerktuigen, meetmiddelen en landbouwwerktuigen.

In het laatste bezettingsjaar werd de fabriek geheel ontredderd door de bezetter, zodat het weer op gang brengen van de productie na 1945 enige tijd vergde. Begonnen kon toen worden met een voortzetting van de productie van gereedschapswerktuigen, waarnaar allerwegen grote vraag bestond.

Daarnaast ging het bedrijf weder zijn taak op militair gebied vervullen, allereerst als revisiebedrijf van wapenen, terwijl in de jaren 1948 tot 1952 de fabriek ook weder werd ingericht voor de vervaardiging van verschillende soorten munitie. Het laatste is gereed gekomen een fabriek voor de vervaardiging van artillerie-munitiën. Laatstbedoelde werkplaatsen werden daarop door het gezelschap bezichtigd, terwijl men tevens een kijkje nam in de gereedschapswerktuigenfabriek, waarvan de productie nog steeds van groot belang is.

Tijdens de rondgang hebben de heren ir W. T. Hilarius, mr J. H. van de Dijk, T. Baay, ir J. Wabeke en ir G. J. Dongo zich veel moeite gegeven, de deelnemers aan de excursie terzake van voorlichting te dienen en tevens op de gestelde vragen te antwoorden.

Namens de deelnemers bedankte de voorzitter van de Afdeling W. & S., prof. ir D. A. A. Koolen de Directie voor de geboden gelegenheid deze excursie te maken, waarbij hij de nadruk legde op het belang, dat is gelegen in het naast elkaar bestaan van de militaire en civiele productie van deze fabriek.

Het gezelschap vervolgde de excursie met een rondvaartboot van de rederij P. Kooy naar de aanlegsteiger van de „Cemij" alwaar een bus gereed stond voor het vervoer langs de installaties van de Hoogovens.

De heren ir A. Grootenhuis, ir P. N. Jonker, ir F. O. van der Ploeg en E. H. Schilperoort hebben tijdens de rondgang de nodige toelichting gegeven.

Enkele gegevens betreffende de installaties mogen hier vermeld worden:

De bezittingen der maatschappij omvatten o.m.:

a. terreinen met een oppervlakte van 271 ha.
b. 4 kooksovenbatterijen
c. 3 hoogovens
d. een staalfabriek met 5 staalovens
e. een blokwalserij
f. een walserij voor zware platen
g. een buizenfabriek

h. een silicakalkfabriek

i. een bijproductenfabriek (benzol, teer, ammoniumsulfaat e.d.)

Aangesloten bedrijven zijn:

1. Breedband N.V. (breedbandwalserij en fabriek voor vertind blik)
2. N.V. Mekog (stikstofbindingsbedrijf met als voornaamste producten kalksalpeter en kalkammonsalpeter)
3. Cemij N.V. (cementfabriek)

Het bedrijf beschikt voorts over een zeehaven, welke in rechtstreekse verbinding met de Noordzee staat en toegankelijk is voor schepen tot 10.000 ton en voorts over 3 havens voor binnenlands verkeer.

Het aantal personen werkzaam bij Hoogovens en aangesloten bedrijven bedraagt momenteel ca 8400.

De voornaamste producten zijn: kooks, gas, ruwijzer, ruwstaal, stalen halffabrikaten, dikke platen, warm- en koudgewalste dunne platen, vertind blik, gegoten ijzeren buizen, silicakalk, zuurstof, salpeterzuur, kalksalpeter, kalkammonsalpeter, ammoniak, ammoniumsulfaat, teer, benzol, solvent naphta, cement, gegranuleerde slak en wegverhardingsmateriaal.

De afdeling hoogovens en de staalfactor.

a. *Afdeling hoogovens*

De drie hoogovens, welke vol-continu werken, hebben een gezamenlijke productie van ca 600.000 t ruwijzer per jaar. Per aftap wordt 75—100 t ruwijzer gegoten. Deze productie is bestemd voor: *a*) verwerking in de eigen staalfabriek en buizengieterij, *b*) de binnenlandse ijzergieterijen en staalfabrieken en *c*) de export. Voor 1 t ruwijzer is nodig: 2 t ijzererts (Fegehalte 50% en o.m. afkomstig uit Zweden, Spanje, Noord Afrika en Frankrijk), 1 t kooks (grotendeels in de eigen kooksovens vervaardigd) en 0,4 t kalksteen (o.m. uit eigen groeve in België). Het geproduceerde ruwijzer wordt deels gegoten tot zgn. gietelingen, deels in vloeibare toestand naar de staalfabriek vervoerd.

b. *Staalfabriek*

De 5 180-tons Siemens Martin ovens, welke vol-continu werken, hebben een gezamenlijke productiecapaciteit van ca 600.000 t ruwstaal per jaar. De voornaamste grondstoffen voor de staalbereiding zijn vloeibaar ruwijzer en schrot, dat in een verhouding 30 : 70 wordt ingezet. Het ruwe staal wordt gegoten tot blokken van 5—15 ton.

c. *Blokwalserij*

In deze walserij worden de in de staalfabriek vervaardigde stalen blokken uitgewalst tot halffabrikaten, de zg. plakken, welke op hun beurt de grondstof vormen voor de walserij voor zware platen en de breedbandwalserij.

d. *Walserij voor zware platen*

In deze walserij worden door de blokwalserij geproduceerde plakken van 1—4 ton uitgewalst tot middeldikke en dikke platen (4—35 mm). De productie voor deze walserij bedraagt ca 200.000 ton per jaar.

e. *Warmbandwalserij (Breedband N.V.).*

Hier worden de in de blokwalserij vervaardigde plakken in een semi-continue breedbandwalserij uitgewalst tot lange banden, die op een haspel tot rollen worden gewikkeld. Een gedeelte van dit breedband wordt, na gesneden en eventueel gebeitst te zijn, verkocht als warmgewalste dunne plaat. De maximum lengte der platen bedraagt 6100 mm, bij een breedte van maximaal 1220 mm en dikten van 1,8—5 m.

f. *Koudbandwalserij (Breedband N.V.).*

Het gebeitste warmgewalste band van de warmbandwalserij wordt hier continu uitgewalst tot koudgewalste dunne plaat. Dit wordt na gegloeid, koud nagewalst en geknipt te zijn, deels verkocht als koud gewalste dunne plaat en dient voorts als grondstof voor de fabricage van vertind blik. De maximumlengte der koudgewalste dunne platen bedraagt 4800 mm, de minimumdikte 0,25 mm.

g. *Blikfabriek*

Voor de fabricage van vertind blik wordt koudgewalste dunne plaat van 0,25 mm dikte als grondstof gebruikt. Na tot platen te zijn geknipt doorloopt het onvertinde blik een vertinningsinstallatie, waarbij de platen stuk voor stuk in een tinbad worden gedompeld.

De productie van de warmbandwalserij, de koudbandwalserij en de blikfabriek bedraagt 210.000 ton eindproducten, t.w. warmgewalste dunne plaat, koudgewalste dunne plaat en vertind blik per jaar.

Na de rondgang op deze „tropische" dag bood de „Hoogovens" de deelnemers in de cantine thee en andere verversingen aan.

De Voorzitter benutte deze gelegenheid om Directie en medewerkers van de „Hoogovens" namens de deelnemers dank te zeggen.

De Secretaris,
ir Y. A. Kuipers.

AGENDA VAN VERGADERINGEN

26—27 Aug. 1953. Ned. Nat. Ver., Velines, Utr. Sterrenwacht, Ned. Astronomen-club, Wimecos en Liwenagel. Aanvang 10.30 uur. Vacantiecursus: *Recente ontwikkelingen van de Sterrenkunde.* (Zie blz. A. 292).

• 11 Sept. 1953. Afd. voor Werktuig- en Scheepsbouw te Utrecht. Excursie Ned. Aluminium Mij. (Voorlopige mededeling, zie blz. A. 326).

• 14—18 Sept. 1953. Afd. voor Werktuig- en Scheepsbouw te Scheveningen, Kurhaus. Herfstvergadering der Britse „Institution of Naval Architects". Sprekers: prof. dr ir W. P. A. van Lammeren, J. Brown, J. M. Ferguson, ir J. H. Krietemeyer, prof. L. C. Burrill, dr F. H. Todd en T. W. Bunyan. (zie blz. A. 338).

▸ 17—18 Sept. 1953. Ver. voor Waterleidingsbelangen in Nederland. Najaarsvergadering. Bezoek aan buizenfabriek N.V. Betondak te Arkel en de werken der Duinwaterleiding van 's-Gravenhage: installaties te Bergambacht en aanleg transportleiding. (Voorlopige mededeling).

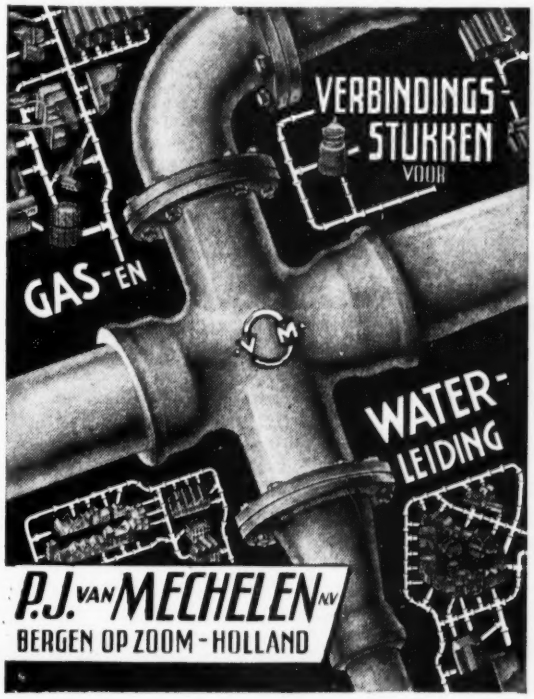
▸ 25—26 Sept. 1953. Houtvoorlichtings Instituut te Amsterdam (Bellevue). Aanvang 10.00 uur. „Houtdagen". Sprekers: prof. ir Peutz, ir Van Mansum en Mej: dr T. Hof. (Zie blz. A. 347).

7—8 Oct. 1953. Rubberstichting te Delft, Oostsingel 178. Internationaal Colloquium Rubbertechnologie. (Zie blz. A. 292).

29 Oct. 1953. T.N.O. 5e Kunststoffendag. (Voorlopige mededeling).

▸ = nieuw aangekondigde Vergadering. • = Instituuts-, Kring-, Afd.- of Sectie-Vergadering.

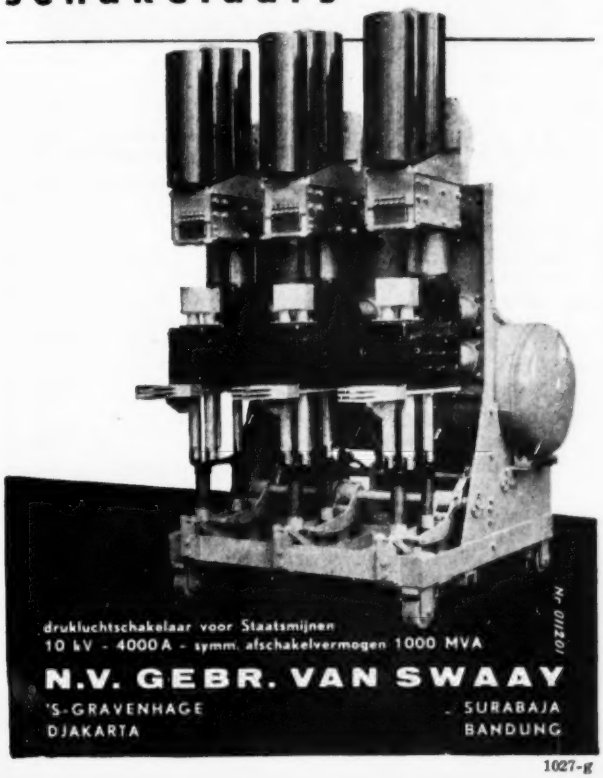
Inhoud ALGEMEEN GEDEELTE 31: De overstromingsramp, door ir A. G. Maris. Storm en stuwing, door prof. dr P. Groen. — Berichten van allerlei aard: Jaarverslag 1952 der Ned. Org. voor Zuiver Wetensch. Onderzoek (Z.W.O.). IVde Internationale Astronautisch Congres, 3—8 Aug. 1953 te Zürich. „Houtdagen", 25—26 Sept. 1953 te Amsterdam. „Journées d'Hydraulique" en „Congrès internat. des Irrigations et du Drainage", resp. 12—14 en 15—17 April 1954 te Algiers. Exposities Mijnen, Metallurgie, Mechaniek, Electrotechniek der Jaarbeurs te Luik, 24 April—9 Mei 1954. Internat. Congr. van Wiskundigen, 2—9 Sept. 1954 te Amsterdam. De Canadese zeevaartweg v.d. Atlantische Oceaan naar de Grote Meren. Correspondentie met jonge zakenlieden en jonge leden der vrije beroepen in de V.S. Lloyd's Register 2e kwartaal 1953. Uit het buitenland. — Boekennieuws: L. E. Harris, Vermuyden and the Fens, door dr ir J. van Veen. — Personalia. — K.I.v.I.: Bur. voor Internat. Techn. Hulp. Notulen Instituutsverg. 1 Juni 1953 en Alg. Verslag van de Jaarverg. op 1 en 2 Juni 1953. Uit het jaarverslag 1952 der Stichting „De Cruquius". Afd. voor Werktuig- en Scheepsbouw, Notulen 1 Juli 1953. — Agenda van Vergaderingen.



628

1101

OERLIKON
schakelaars



1027-g

STROOMMETERS

GEHEEL NEDERLANDS FABRIKAAT

AANWIJZEND
TELLEND
REGISTREREND

STOOM
WATER
ENZ.

STATISCHE DRUK
TOT 150 ATM.

MEETFLENZEN
VENTURI BUIZEN

tevens reparatie van alle merken

INSTRUMENTENFABRIEK
C. VAN ESSEN & CO
DELFT

v. ESSEN
DELFT

1326

INHOUDSOPGAVE VAN BUITENLANDSE TIJDSCHRIFTEN

ALGEMENE TIJDSCHRIFTEN

	Aantal blz.	fig.
ENGINEERING, Vol. 176 — nr 4563 van 10 *Juli* 1953		
Possibilities of wind power	1	2
R. HICKS: Horizontal thrust on a two-pinned parabolic arch	1	6
F. V. A. ENGEL: Some problems of fluidflow measuring devices	4	14
C. G. WILLIAMS: Engine research on fuels and lubricants	6	22
Car-ferry terminal at Dover	1	3
M. A. FIENNES: The engineering industries of Sheffield	3	4
Instrument of regulating metered air supplies	1	2
THE ENGINEER, Vol. 196 — nr 5085 van 10 Juli 1953		
Present-day locomotive working in Great Britain	3	2
C. F. GRADWELL: The solution of differential equations on an electronic digital computer	4	2
Regime flow in a silt carrying channel	1	—
The water power resources of Europe	2	—
C. J. DADSWELL: Properties of automobile suspension springs	4	4
APPLIED SCIENTIFIC RESEARCH, Vol. 4 — nr 1 van 1953		
L. J. F. BROER: Note on the efficiency of thermal machines at a finite rate of expansion	10	3
H. J. MERK e.a.: Thermal convection in laminary boundary layers. I	14	3
J. SCHENK e.a.: Heat transfer in laminar flow through cylindrical tubes	13	5
REVUE UNIVERSELLE DES MINES, DE LA METALLURGIE DES TRAVAUX PUBLICS, Vol. 96 — nr 6 van *Juli* 1953		
M. REY: Quelques progrès récents dans la concentration des minerais et l'élaboration des métaux non ferreux	7	—
SCHWEIZERISCHE BAUZEITUNG, Jg 71 — nr 28 van 11 *Juli* 1953		
Zum Gespräch um die Schöllenen	16	31
ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE, Jg. 95 nr 20 van 11 *Juli* 1953		
W. SCHMIDT: Eine Systematik der spanenden Formung	4	3
W. STELTER: Die Entwicklung der deutschen Eisenbahngüterwagen in den letzten 40 Jahren bis zum europäischen Einheits-Güterwagen	8	19
TEXTIELWEZEN, Vol. 9 — nr 7 van *Juli* 1953		
J. VERMEERSCH: Conceptions modernes en matière d'ensimages des fibres textiles	6	—
L. WALTER: Meting en contrôle van de vochtigheid bij het drogen	5	5

BOUW- EN WATERBOUWKUNDE

ENGINEERING NEWS-RECORD, Vol. 150 — nr 26 van 25 *Juni* 1953		
R. E. LINTON e.a.: General electric's appliance park plant will be big, flexible and efficient	3	4
The bore-hole camera	1	3
PROCEEDINGS OF THE INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS, Vol. 2 — nr 4 van *Juli* 1953		
A. STEPHENSON: Modern developments in surveying methods and instruments	26	7
L. J. MURDOCK: The control of concrete quality	32	12
H. D. RIMMER: Repairs to sea-outfall sewer on the storm-beach in Chesil Cove, Dorset	7	3
DIE BAUTECHNIK, Jg. 30 — nr 7 van *Juli* 1953		
P. HOLLEIS: Der Ausbau des „Unteren Lechs"	5	13
H. ZWECK: Erdwiderstand als räumliches Problem	5	8
O. ZUCKER: Geraderichten eines Pfeilers und eines Gewölbes am Eisenbahnviadukt über die Ruhr bei Herdecke	7	8
K. SEYDEL: Grundsätzlicher über die Baugrundvereisung und deren Bedeutung für grundbautechnische Zwecke	4	15
DER BAUINGENIEUR, Jg. 28 — nr 7 van *Juli* 1953		
U. SEETZEN: Wiederherstellung der Emsbrücke bei Leerort	9	20
E. KOHL: Rekursionsformeln zur Ermittlung der Momenten- und Drehwinkelfestpunkte und ihre Anwendung zur Berechnung von Durchlaufbalken und Rahmentragwerken	7	14
W. FUCHSSTEINER: Entwicklungsfunktionen für polygonal begrenzte dünne Platten	8	5
BAUEN UND WOHNEN, Jg. 8 — nr 7 van 1953		
Wohnhaus in Nordhorn	6	2
Wohn- und Bürohaus in Heidelberg	3	4
Haus Stillmann Litchfield/Connecticut	5	10
Wohn- und Ferienhaus am Comersee	7	7
Neue schweizerische und italienische Lampen	3	9

CHEMISCHE TECHNIEK

CHEMICAL ENGINEERING, Vol. 60 — nr 7 van *Juli* 1953		
F. L. RUBIN: Pressure, temperature, alloys	5	4
W. C. SCOTT: New use for phosphate slag	2	3
Free-Piston gas turbine	2	—

ELECTROTECHNIEK

POWER, Vol. 97 — nr 7 van *Juli* 1953		
J. A. GORDON: Crane lubrication	1	3
Reliability, continuity mark institutional plant	3	5
E. W. DOUGHERTY: Capacitors pay off within first year zooming Pf		
E. W. DOUGHERTY: Capacitors pay off within first year zooming Pf from 72 to 95%	2	3
REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ, Vol. 37 — nr 6 van *Juni* 1953		
P. JOLIVET: Les nouveaux isolants électriques	9	—
G. CAHEN: Systèmes électromécaniques non linéaires	9	18
PRIGENT: Production et propagation des fréquences harmoniques dans les réseaux de transport d'énergie	10	13
ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT, Jg. 74 — nr 14 van 11 *Juli* 1953		
P. JORDAN: Probleme der Kosmologie	5	12
L. LEBRECHT: Die Festfachvorträge der 47. VDE-Jahresversammlung	2	—

MIJNBOUW- EN PETROLEUMTECHNIEK

MINING ENGINEERING, Vol. 5 — nr 6 van *Juni* 1953		
SH. GORDON: Uses ammonia leach for Lynn Lake Ni-Cu-Co sulphides	5	2
REVUE MENSUELLE BULLETIN DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DU CONGRÈS DES CHEMINS DE FER, Vol. 30 — nr 7 van *Juli* 1953		
J. NOGUÈS: La modernisation de la signalisation sur les chemins de fer espagnols	16	10
A. L. PEPPER: Les services maritimes des Chemins de fer britanniques	27	8
C. A. LANGLEY: Histoire et méthodes de la réglementation gouvernementale de la sécurité ferroviaire en Grande-Bretagne	16	—

GEZONDHEIDSTECHNIEK

WATER & SEWAGE WORKS, Vol. 100 — nr 6 van *Juni* 1953		
R. L. DERBY: Reservoir treatment by improved methods	6	9
D. L. MAFFITT: Postcard Billing for water and sewage utilities August's pipe trailer	1	3
F. L. ANDREOLI: Air conditioned chemical conveyor solves water treatment problem	2	2
F. K. SHANKWEILER: Chlorinated rubber finishes in water and sewage works	4	7
DAS GAS- UND WASSERFACH, Jg 94 — nr 13 van 1 *Juli* 1953		
H. SIEBEL: Vergleich der Kohleausnutzung für Wärmezwecke im Haushalt über die Edelenergien Gas und Elektrizität	13	1
W. BAUSER: Kostenvergleich Vollversorgung-Einschienige Versorgung	8	2

WERKTUIG- EN SCHEEPSBOUW

THE SHIPBUILDER AND MARINE ENGINE-BUILDER, Vol. 60 — nr 540 van *Juli* 1953		
A. G. ARNOLD: The burning of boiler oil in two stroke and four-stroke cycle diesel engines and the development of fuel-injection equipment	6	7
The Twin-screw turbine steamship „Leda"	14	18
THE WELDING JOURNAL, Vol. 32 — nr 4 van *April* 1953		
W. H. WOODING: The inert-gas-shielded metal-arc welding process	14	36
P. J. BIER: Anderson ranch dam penstock test fracture repaired by welding	7	7
R. E. COBLENTZ: Allen county war memorial coliseum	4	—
W. T. POTTER: Manuel hidden arc welders halve time on earth mover components	5	10
THE WELDING JOURNAL, Vol. 32 — nr 5 van *Mei* 1953		
C. J. SULLIVAN: Production welding of steels by gas-shielded arc welding	6	11
J. J. FERRY: Gases produced by inert arc welding	3	—
P. C. ARNOLD: Automatic field welding of girth joints of large storage tanks	8	28
W. H. WOODING: The inert-gas-shielded metal-arc welding process	17	48
THE WELDING JOURNAL, Vol. 32 — nr 6 van *Juni* 1953		
F. L. PLUMMER: Design of welded steel bridges and buildings	8	14
C. B. VOLDRICH: On the welding of titanium alloys	19	50
J. D. FAST: Low-hydrogen welding rods	5	2
J. F. RADFORD e.a.: Quality control of resistance welding by statiscal methods	6	9
BRENNSTOFF-WÄRME-KRAFT, Jg. 5 — nr 7 van *Juli* 1953		
O. ENGFER: Schmelzfeuerungen	5	8
H. WEINECK: Neuere Bauformen guszeiserner Rekuperatoren	6	1
K. ENGLER: Verschmutzung und Reinigung der Heizflächen bei Verbrennung alkalireicher Rohbraunkohlen	3	7

Fotocopieën van artikelen zijn voor leden van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs te bestellen bij de Algemeen Secretaris, Prinsessegracht 23, 's-Gravenhage, tegen de prijs van f 0,60 per gefotocopieerde bladzijde.

1341

„ACADEMIA" voor Boekhandel en Antiquariaat Techniek-Wetenschap-Kunst

Oude Delft 101-103, Delft, tel. 1776, naast Hoofdgeb. T.H.

Zo juist verschenen:

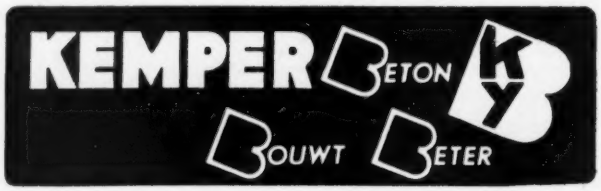
HANDBUCH FÜR STAHLBETONBAU (früher: Handbuch für Eisenbetonbau), begr. v. **F. v. Emperger.** 5 Aufl. 1953. Band IV, 1: **O. Mund,** Die bodenphysikalischen Grundlagen-Stützmauern. ..... Geb. f 32.55

Prof. Ir T. H. van WISSELINGH, Weg en Verkeer, Handboek. ..... f 27.50

E. G. RICHARDSON a.o. Technical Aspects of Sound 1953. Vol. I ..... f 37.50

A. G. W. UITJENS, Television Receiver Design. I. F. Stages ..... f 11.—

670

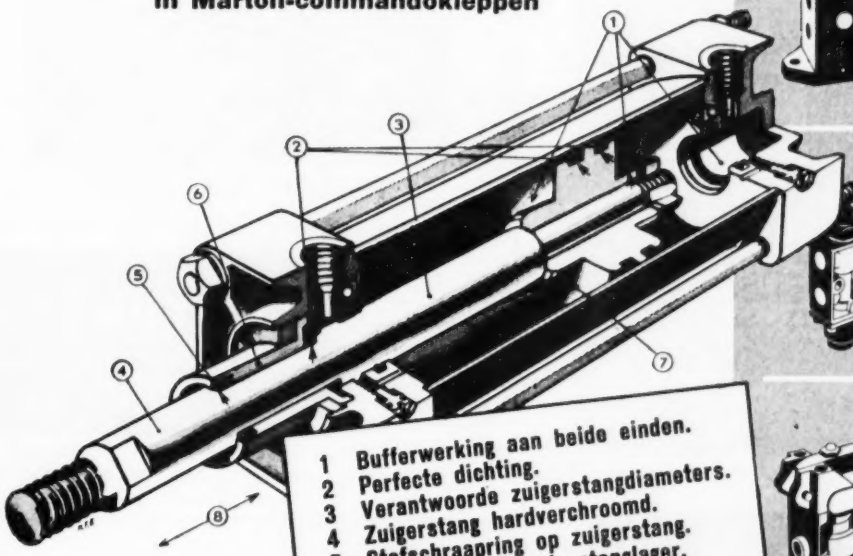


Vrijwel elke cyclus

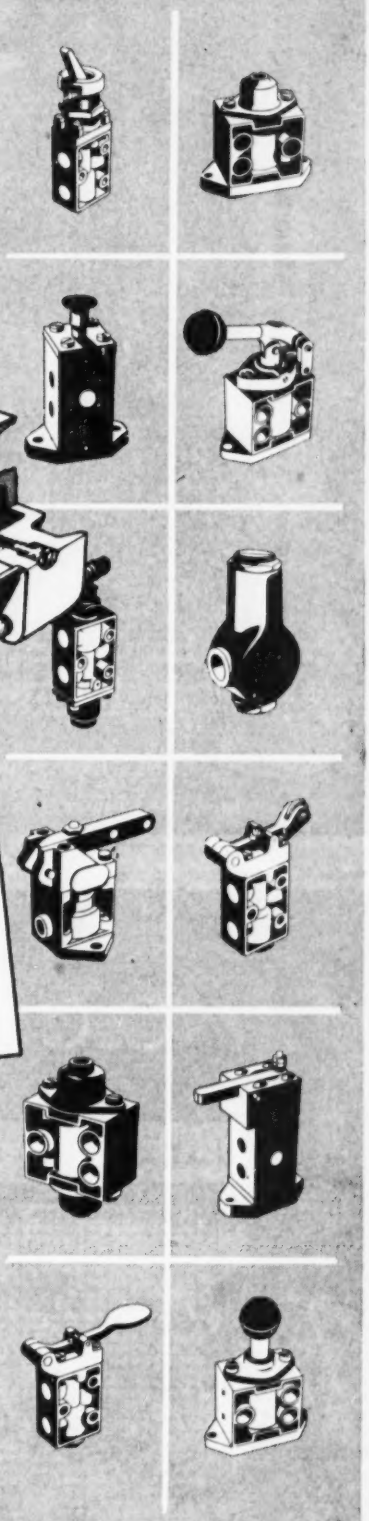
van bewegingen is te realiseren

dank zij de grote verscheidenheid

in Marton-commandokleppen



1 Bufferwerking aan beide einden.
2 Perfecte dichting.
3 Verantwoorde zuigerstangdiameters.
4 Zuigerstang hardverchroomd.
5 Stofschraapring op zuigerstang.
6 Uitzonderlijk stevig stanglager.
7 Ruime keuze van boringmaten.
8 Iedere slaglengte mogelijk.
9 Gemakkelijke in- of aanbouw.
10 „Marton"-service.



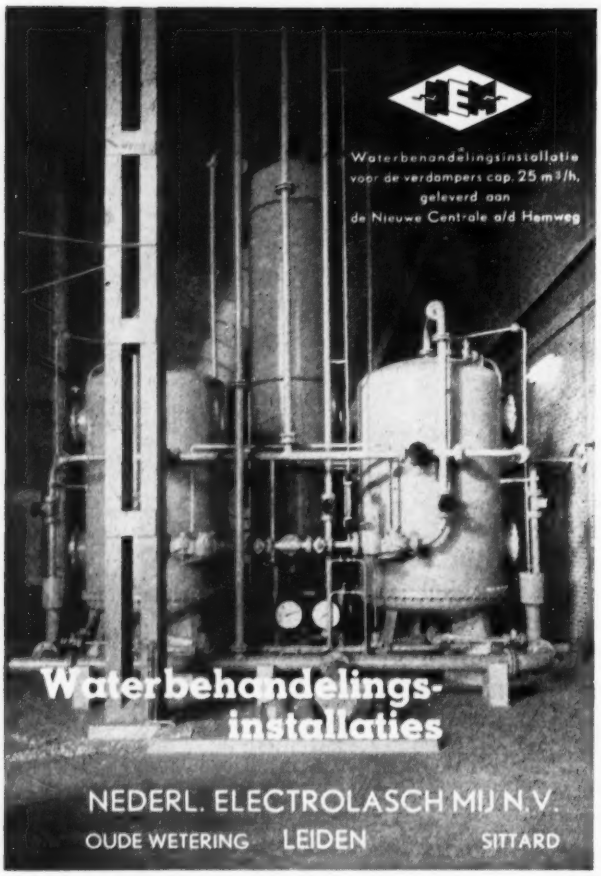
1 *Kenmerk van Marton cylinders is, dat de zuiger aan het eind van héén- zowel als teruggaande slag op een luchtkussen afgebufferd wordt. Dit vermijdt hinderlijk slaan en schokken en voorkomt breuk.*

2 *Zuiger- en stangafdichting met oliebestendige, zelfdichtende synthetische rubberpakkingen welke volkomen luchtdichtheid garanderen bij minimum wrijvingsweerstand en slijtage.*

In licentie gefabriceerd door

Marton **Perslucht Apparaten N.V.**

Technisch- en Commercieel Bureau **DE GIDTS & FELDMAN** Haringvlietstraat 8 Amsterdam Telefoon 95000


Waterbehandelingsinstallatie
voor de verdampers cap. 25 m³/h,
geleverd aan
de Nieuwe Centrale a/d Hemweg
Waterbehandelings-
installaties
NEDERL. ELECTROLASCH MIJ N.V.
OUDE WETERING LEIDEN SITTARD

1108

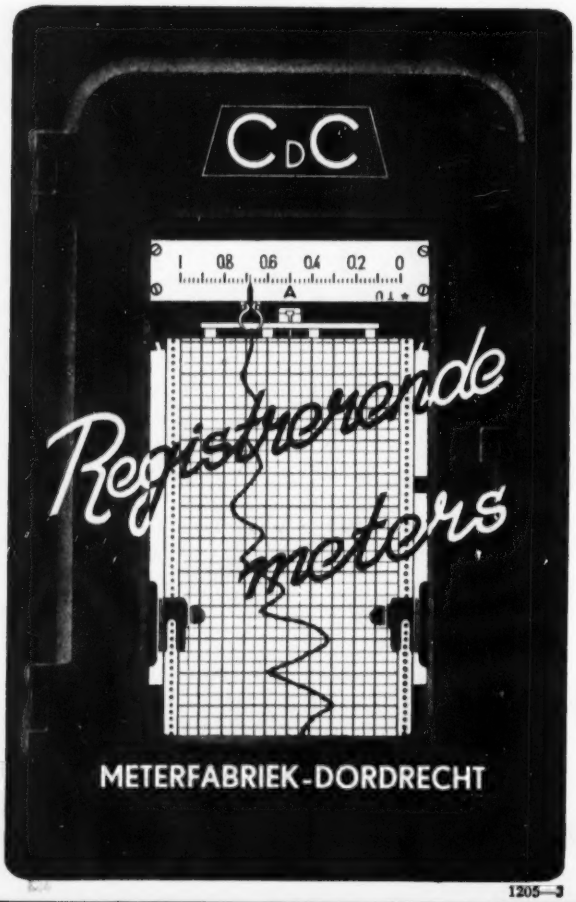
PILKINGTON Bros. Ltd.

Toughened glass insulators

N.V. INTERNATIONALE TECHNISCHE EN CHEMISCHE HANDELMIJ.

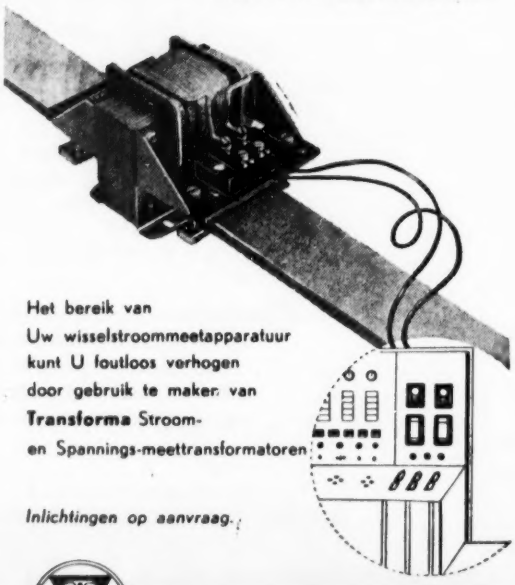
„INTECHMIJ" N.V.
KONINGINNEGRACHT 72, 'S-GRAVENHAGE
TELEFOON 182635*

1349


CDC
Registrerende
meters
METERFABRIEK-DORDRECHT

1205—3

Transforma
meet-transformatoren



Het bereik van
Uw wisselstroommeetapparatuur
kunt U foutloos verhogen
door gebruik te maken van
Transforma Stroom-
en Spannings-meettransformatoren

Inlichtingen op aanvraag.

TRANSFORMA
Transformatoren- en Apparatenfabriek
Karperweg 37-41 · Tel. 96511-96610, Amsterdam-Z.

1131

DE INGENIEUR

E. ELECTROTECHNIEK 11.

620.4 : 621.311.22 : 621.311.1

Centrale Hemweg, korte toelichting electrisch gedeelte [1]

door ir K. J. H. STIGTER
Hoofdingenieur G.E.B. Amsterdam.

Summary: *Power-station Hemweg. A short description of the electrical features.*

Aangezien deze vergadering in het teken staat van de *Werktuigkundige Afdeling* van het Koninklijk Instituut zal over het electrische gedeelte van de Hemweg slechts een korte toelichting worden gegeven.

Voor de aandrijvingen van het eigenbedrijf worden in deze centrale uitsluitend electromotoren toegepast en wel kortsluitankermotoren, uiteraard met uitzondering van de motoren voor de hijsinrichtingen. De voor het eigenbedrijf toegepaste spanningen bedragen 2800 V en 380 V. De keuze op 2800 V geschiedde teneinde overeenstemming te krijgen met de centrale Noord. De laagste vermogensgrens voor de motoren, aan te sluiten op 2800 V, werd gesteld op 125 pk; wij zijn inmiddels tot de mening gekomen, dat wij deze grens ook wel op 90 pk kunnen stellen.

Het spreekt vanzelf dat — waar mogelijk — er voor gezorgd is, dat voor verschillende aandrijvingen een zelfde type motor wordt toegepast.

Ten aanzien van de uitvoeringsvorm van de motoren gaat onze voorkeur uit naar het uitsluitend toepassen van geheel gesloten motoren. Practisch alle motoren in de centrale zijn dan ook in dit type uitgevoerd, slechts met uitzondering van drie motoren per eenheid, welke zijn voorzien van luchtfilters.

In een moderne centrale worden verreweg het grootste aantal der bij de motoren behorende schakelaars op afstand bediend. Deze motorschakelaars en de daarbij behorende verdeelbatterijen kunnen daarom zeer goed centraal worden opgesteld, waarbij het o.i. verstandig is, deze apparatuur onder te brengen in afzonderlijke ruimten, hetgeen het periodiek onderhoud van de schakelaars en beveiligingsapparatuur sterk ten goede komt.

Aangezien de belasting van het eigenbedrijf in feite twee zwaartepunten bezit, nl. de pompenruimte en het ketelhuis, is het dus aantrekkelijk om alle krachtverdeelbatterijen centraal op te stellen in één ruimte, gelegen tussen de pompen en het ketelhuis. Meestal is daarvoor uit economische overwegingen niet voldoende ruimte beschikbaar, en men krijgt dan de oplossing van een centrale opstelling van de apparaten behorende bij pompenmotoren, en een tweede opstelling behorende bij het ketelhuis. Ook deze oplossing leidt tot goede resultaten. In de centrale Hemweg is laatstgenoemde oplossing toegepast.

Over de wijze waarop de energielevering aan het eigen-

[1]) Voordrachten gehouden voor de Afdeling voor Werktuig- en Scheepsbouw op 12 Mei 1953 te Amsterdam.

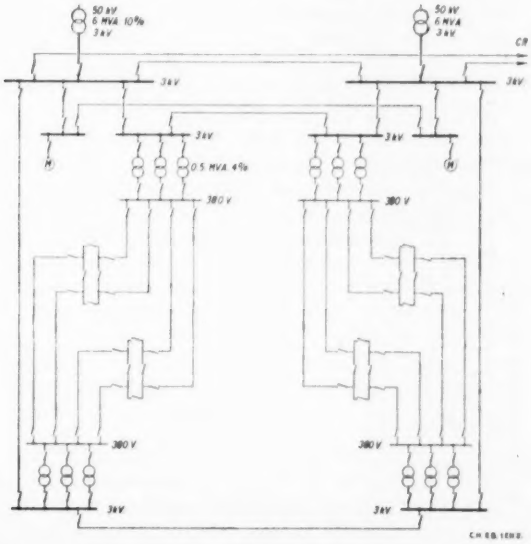


Fig. 1. Schema eigenbedrijfs-installatie 1e en 2e eenheid.

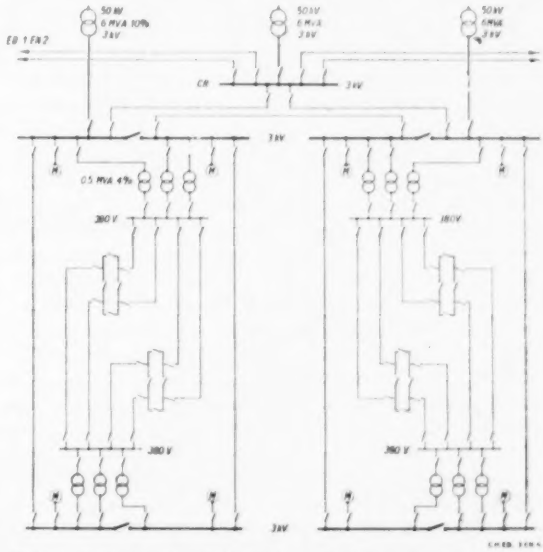


Fig. 2. Schema eigenbedrijfs-installatie 3e en 4e eenheid.

bedrijf geschiedt, valt veel te zeggen en te discussiëren. Ik wil slechts volstaan met mede te delen, dat deze voeding in de Hemweg plaats vindt door trafo's 50/3 kV vanaf de hoofdrails der centrale. Het spreekt vanzelf, dat ook nog een tweede voeding is uitgevoerd voor het geval, dat de

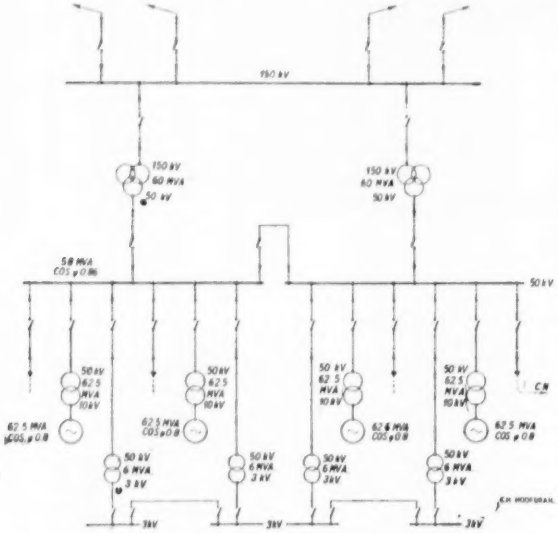


Fig. 3. Schema hoofdschakelaanleg.

bij een machine behorende eigenbedrijf-trafo gestoord mocht raken.

Over de vraag, of de omschakeling naar de reservevoeding automatisch moet geschieden of niet, kan men lang en breed van gedachten wisselen. Een éénduidige conclusie is echter naar mijn mening niet te geven, aangezien locale omstandigheden hierbij een grote rol spelen. Ik deel daarom slechts mede, dat na ampele bestudering voor de Hemweg geen automatische omschakeling is toegepast.

Er zal in deze korte beschouwing niet verder worden ingegaan op de vele van belang zijnde vraagstukken, die bij het eigenbedrijf van een centrale naar voren komen, en ik ga daarom over tot fig. 1 en fig. 2.

1) Hierop is aangegeven de hoofdvoeding van het eigenbedrijf 3 kV van waaruit gevoed worden: de hoogspanningsmotoren en de twee trafo-batterijen, resp. gelegen aan de machine- en ketelhuiszijde van de centrale. Tussen de 3 kV batterijen van de machines 1 en 2 komen koppelingen voor, die bij storing gebruikt kunnen worden. Evenzo kunnen de eigenbedrijf-installaties van de machines 3 en 4 worden gekoppeld. Bovendien is nog een centrale koppeling geprojecteerd, te voeden door een afzonderlijke trafo.

2) Wegens bouwkundige omstandigheden werd een kleine wijziging aangebracht in de verbindingen der 3 kV batterijen, behorende bij de machines 3 en 4.

3) Fig. 3 geeft het principeschema van de 50 kV hoofdrails. Deze rails zijn telkens na twee machines — dus na 125.000 kVA — gesectioneerd. De groepen van twee

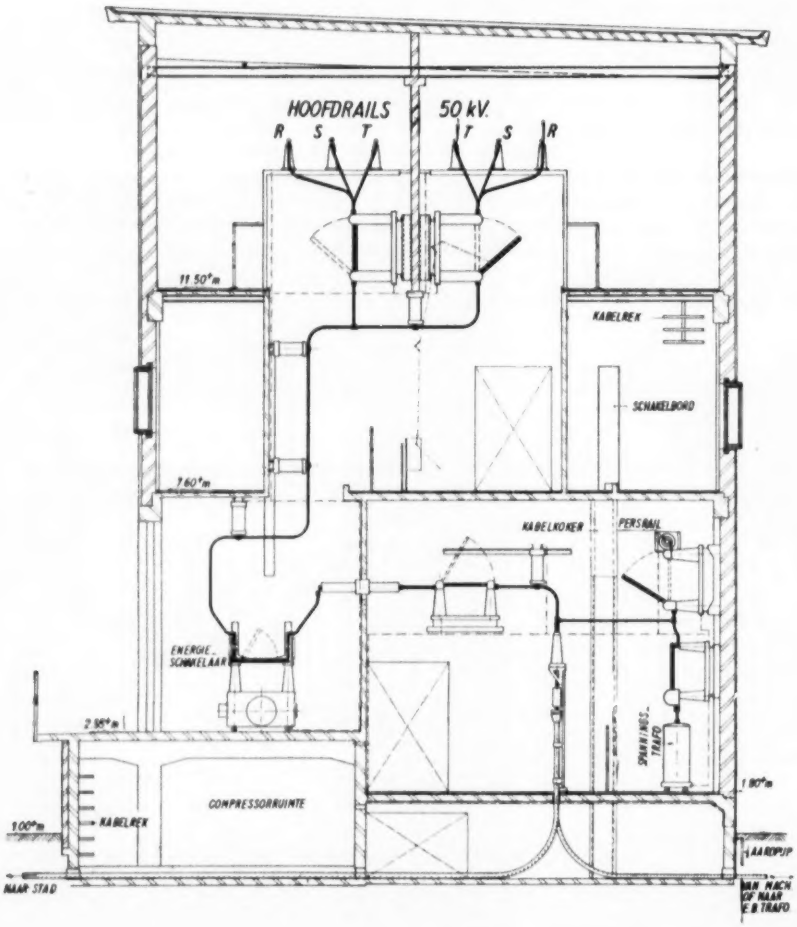


Fig. 4.
Dwarsdoorsnede schakelgebouw.

machines lopen dus synchroon via de 150 kV rails.

4) Fig. 4 geeft een doorsnede van het 50 kV schakelgebouw met de inrichting. Bij de opzet is in hoofdzaak het klassieke systeem gevolgd. In verband met de toepassing van luchtschakelaars konden de energieschakelcellen aan de zijde van de hoofdrails worden opengelaten, zodat ook de niet beveiligde condensator-doorvoeringen aan de railzijde vervielen.

Ik ben in deze voordracht in snelle vogelvlucht over het electrische gedeelte van de Hemweg gegaan, met voorbijgaan van belangrijke punten, teneinde de voordracht kort te houden. Alvorens te eindigen, wil ik er nog de aandacht op vestigen, dat een moderne centrale al heel erg op een grote robot begint te lijken. Het aantal op wacht zijnde personen wordt steeds geringer, het aantal meel- en stuurleidingen (lucht zowel als electrisch) is daarentegen snel gegroeid, en hun lengte bedraagt per eenheid reeds vele kilometers. Het reserveren van plaats voor het leggen van deze leidingen en het projecteren van de ruimten voor de knoop- en verdeelpunten is een afzonderlijk probleem geworden.

Beraadslaging

Ir R. VAN VLOTEN vraagt naar de maatregelen, genomen ter beveiliging tegen ratten.

Antwoord: „Ratten kunnen inderdaad ernstige kortsluitingen in schakelinstallaties veroorzaken. Met dit gevaar is bij het ontwerp dan ook zeker rekening gehouden. De installatie is geïsoleerd voor 60 kV, de porceleinhoogte der isolatoren bedraagt dus ten minste 48 cm. Aangezien de isolatoren in feite de toegangswegen tot de spanningvoerende delen vormen, zijn zij steeds zeer hoog opgesteld en slechts te bereiken langs enkele meters verticale muuroppervlakte. Een noodzakelijke uitzondering vormen de energieschakelaars, die elk afzonderlijk in een cel zijn opgesteld en de spanningstransformatoren, welke laatste voorzien zijn van beveiligingen, die een kortsluitstroom beperken tot 1 Amp. en bovendien afschakelen.

De meest toegepaste toegangen, nl. de trappenhuizen, bezitten dubbele deuren. De ondergrondse kabelinvoeringen worden afgedicht met 12 cm mastiek en bakstenen."

Ir J. LIMBORGH vraagt, in hoeverre de toepassing van schakelaars groter dan voor 50 kV wenselijk is.

Antwoord: „Het sectioneren van de hoofdrails is noodzakelijk, omdat het kortsluitvermogen van alle generatoren tezamen groter zal zijn dan het afschakelvermogen der toegepaste schakelaars, terwijl bovendien nog kortsluitvermogen wordt geleverd door de aansluiting aan het 150 kV koppelnet. De toegepaste schakelaars zijn in begin 1949 besteld voor het grootste afschakelvermogen, dat toen bij 50 kV kon worden geleverd, nl. 1500 MVA symmetrisch.

Het is wel zeker te achten, dat over één of twee jaar schakelaars geleverd kunnen worden voor 50 kV en 2500 MVA vermogen. Het zal aantrekkelijk zijn deze t.z.t. toe te passen in het tweede gedeelte van het schakelgebouw. Aangezien Hemweg een typische stadscentrale is, zal daarbij ernstig rekening moeten worden gehouden met het kabelnet en de in de onderstations opgestelde, resp. op te stellen schakelaars. Voor de aansluiting op het 150 kV koppelnet kunnen schakelaars worden geleverd met een afschakelvermogen van 3500 MVA symmetrisch."

621.313.13.076.1

Selbsttätige Regelung

von Dr. W. SCHUISKY, Sweden

Summary:

After setting out the fundamental and mathematical principles of regulation and the speed regulation of motors is dealt with in detail. Various methods of regulation are mentioned and an example of calculation is given.

1. Grundbegriffe

Die Aufgabe einer selbsttätigen Regelung — meistens einfach Regelung genannt — besteht in der Aufrechterhaltung irgend einer Grösse trotz störender äusserer Einflüsse; und zwar soll die Grösse entweder auf einem konstanten Wert gehalten oder an ein bestimmtes Programm angepasst werden. Hierin liegt der Unterschied zwischen Regelung und Steuerung, unter der man nur die Beeinflussung der betrachteten Grösse versteht. Die Bedeutung und Anwendung der Regelung hat in der letzten Zeit stark zugenommen, weil sie eine Qualitätserhöhung der Produktion und eine Kostensenkung ermöglicht.

Um die Grundbegriffe der Regelung zu verdeutlichen, wollen wir zuerst die Spannungsregelung einer elektrischen Maschine betrachten. Die Regelgrösse ist hier die Spannung U und die Störgrösse die Belastung oder der Belastungsstrom. Ist die Leerlaufspannung E zugleich eine EMK der Maschine, so wird die Spannung bei Belastung

$$U = E - IR \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

Den Spannungsabfall IR nennt man eine natürliche Statik der Anordnung. Da sie meistens zu gross ist, wird der Regelung die Aufgabe übertragen, sie möglichst zu verkleinern. Einen ähnlichen Vorgang hat man bei Motoren, wo die Drehzahl die Regelgrösse ist und der Belastungsstrom die Störgrösse. Um die Regelung auszuführen muss die Anordnung steuerbar sein, d.h. es muss die Möglichkeit vorliegen, die Regelgrösse zu ändern. In unserem Falle erreicht man dies durch Aenderung der Erregung, wodurch die EMK E geändert wird. Die Regelanordnung wird diese Steuerung nun selbsttätig unter Wirkung des Spannungsabfalles ausführen und die Spannung auf einem konstanten Wert halten.

Bei Betrachtung der Regelung wird man in vielen Fällen zweckmässigerweise nicht den Nennwert der Regel- bzw. Störgrösse behandeln, sondern die Abweichung dieser Grösse vom Nennwert. Diese Abweichungen werden wir weiter mit den kleinen Buchstaben u, e und i bezeichnen. Zur Feststellung der Abweichung der Regelgrösse, also in unserem Falle der Spannung, dient ein Messwerk. In diesem wird der Istwert U mit dem Sollwert U_N verglichen. Die Ausführung dieser Messwerke ist sehr verschieden. Jedes Messwerk muss ein Normal (Sollwert) enthalten. Früher war es meistens mechanisch durch eine Feder (oder ein Gewicht) nachgebildet, in jüngster Zeit verwendet man eine elektrische Vergleichsgrösse, meistens die Spannung einer Batterie, eines Tachometergenerators, einer elektronischen Spannungsquelle oder bei geringeren Ansprüchen selbst die Netzspannung. Die Genauigkeit des Normals bestimmt unter anderem die Genauigkeit der Regelung.

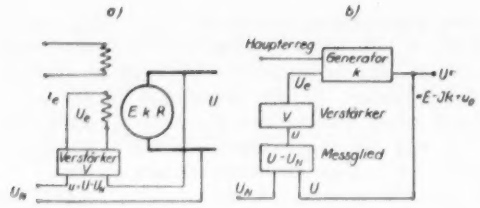


Abb. 1. Schaltung und ihr Ersatzbild für Spannungsregelung mit zwei Erregerwicklungen und mit dem Verstärkerglied.

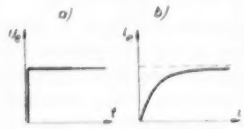


Abb. 2. Angenommener zeitlicher Verlauf der Eingangsgrösse u_e (Abb. a) und der daraus folgende Verlauf der Ausgangsgrösse i_e oder u (Abb. b).

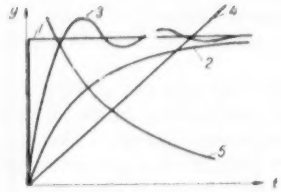


Abb. 3. Uebergangsfunktionen der verschiedenen Glieder: 1. verzögerungsfreies Glied, 2. verzögertes Glied, 3. Schwingungsglied, 4. integrierende Glieder, 5. differenzierende Glieder.

Es gibt zwei grundsätzliche Ausführungen des Messwerkes: die statische und die astatische. Bei der ersten ist die Messtellung von der Regelgrösse abhängig, so wie es beispielsweise bei jedem Messinstrument mit ausschlagabhängiger Rückstellkraft (Feder) der Fall ist. Wird diese Abhängigkeit ausgeschaltet z.B. dadurch, dass man ein konstantes Gegenmoment verwendet, so wird das Messwerk astatisch. Ein Ferrais-System mit einem an einer Rolle hängenden Gewicht (konstantes Gegenmoment) ist ein Beispiel eines astatischen Messwerkes. Aus dem astatischen Messwerk kann man immer ein statisches machen indem man das konstante Gegenmoment durch das Gegenmoment einer Feder ersetzt. Wenn man aber aus dem statischen Werk ein astatisches macht, so muss man eine solche Kombination von mehreren Federn finden, dass das Gegenmoment dieser Kombination konstant wird. Die Anwendung des hängenden Gewichtes ist zwar die richtige Lösung, aber das System ist praktisch unbequem, weshalb man immer versucht, dieselben Eigenschaften mittels einer Kombination von Federn zu erzielen. Wird ein Ende der Feder des statischen Messwerkes nicht an einem festen Punkt (das andere Ende ist mit dem durch die Regelgrösse verstellbaren Teil verbunden), sondern am Kolben einer Öldämpfungspumpe befestigt und hat dieser Kolben noch ausserdem ein konstantes Gegenmoment, so wird die Statik nur vorübergehend. Bei schnellen Änderungen wirkt das Messglied wie ein statisches, weil der Kolben nur verhältnismässig langsam folgen kann. Bei langsamen Änderungen geht der Kolben mit, und das Messwerk hat dann einen astatischen Charakter.

Infolge der beschriebenen Eigenschaft des Messwerkes wird die Regelgrösse beim statischen Messwerk mit der Belastung abfallen, d.h. die Regelung wird statisch. Ein astatisches Messwerk bewirkt eine astatische Regelung. Diese Regeln gelten immer für direkte Regelung, d.h. wenn der Regler die Regelgrösse unmittelbar steuert (Vorschaltwiderstand vor dem Generator). Bei indirekten Reglern kann das statische Messwerk durch entsprechende Ausführung der Anordnung auch eine astatische Regelung ergeben.

Der Ausgang des Messgliedes wird weiter mittels des Verstellwerkes mit dem Regelobjekt verbunden und so entsteht ein geschlossener Regelkreis, dessen Hauptelemente sind: Regelobjekt, Messglied und Verstellwerk. Wenn der Ausgang des Messgliedes nicht genügend stark ist, um das Verstellwerk zu bedienen, wird noch ein Verstärkungsglied eingeschaltet. Die Abb. 1 gibt den betrachteten Fall wieder. Das Regelobjekt ist die Netzspannung, Messglied ist eine Batterie und Verstellwerk ist eine Zusatz-Erregerwicklung auf dem Generator (eigentlich in Kombination mit der Ankerwicklung). In Abb. 1 ist für die Regelung eine Zusatzwicklung vorgesehen, um eine übersichtlichere Rechnung nur mit Abweichwerten zu haben. Für die Nennwerte gilt die Nennerreger-Wicklung. Praktisch werden oft beide Wicklungen zu einer vereinigt, was für die Wirkung der Regelung ohne Bedeutung ist.

Zur Untersuchung des Ablaufes des Regelvorganges in Abhängigkeit von der Zeit braucht man die Kennlinien und die Gleichungen der einzelnen Elemente. Diese sind in Abb. 2 angegeben. Der Zusammenhang der Ausgangsspannung u_e und des Stromes i_e lässt sich durch eine Kennlinie in Abhängigkeit von u_e darstellen, da der Verlauf von i_e ganz wesentlich von dem zeitlichen Verlauf von u_e abhängt. Man hat sich nun geeinigt, in solchen Fällen zur Kennzeichnung des Elementes den zeitlichen Verlauf der Ausgangsgrösse (i_e) bei einem sprunghaften Verlaufen der Eingangsgrösse (u_e) darzustellen. In Abb. 2a ist der Verlauf der Spannung u_e, die im Zeitpunkt $t = 0$ von 0 auf den Wert 1 springt und der daraus folgende Verlauf von i_e (Abb. 2b) gezeichnet. Dieser Verlauf der Ausgangsgrösse (i_e) ist tatsächlich eine eindeutige Kennzeichnung des Elementes, und weil dieser Verlauf den Übergang von einem Anfangszustand zu einem Endzustand bedeutet, so nennt man diesen Verlauf die Übergangsfunktion. Auch für andere Glieder des Regelkreises lassen sich die entsprechenden Übergangsfunktionen aufstellen. In Abb. 3 sind die Übergangsfunktionen für verschiedene Elemente (Glieder) zusammengestellt mit y als Ausgangsgrösse:

Kurve 1 gilt für das verzögerungsfreie Glied wie z.B. einen elektronischen Verstärker. Der Zusammenhang zwischen der Ausgangsgrösse (y) und der Eingangsgrösse (x) ist

$$y = kx \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Kurve 2 gilt für ein verzögertes Glied. Sie ist eine Exponentialkurve.

$$y = k\,(1 - e^{-xt}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3)$$

Beispiele dieser Elemente sind: Kombinationen des Wirkwiderstandes mit einer Kapazität oder Induktivität (Erregerwicklungen) und einen anlaufenden Motor. Die Übergangsfunktion wird bestimmt aus einer linearen Differentialgleichung erster Ordnung.

Kurve 3 gilt für das Schwingungsglied. Die Übergangsfunktion wird bestimmt aus einer linearen Differentialgleichung zweiter Ordnung und stellt eine gedämpfte harmonische Schwingung dar.

$$y - k\,(1 = e^{-xt})\,\cos\,(wt + \varphi). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Die ungedämpften oder anfachenden Schwingungen werden in der Praxis vermieden.

Kurve 4 gilt für das integrierende Glied. Bei diesem ändert sich die Ausgangsgrösse als das zeitliche Integral der Eingangsgrösse, d.h.

$$y = k \int_0^t x dt.$$

Die Übergangsfunktion wird damit

$$y = kxt \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Als Beispiel des integrierenden Gliedes dient ein Verstellmotor (Gleichstrom-Nebenschlussmotor) mit der Spannung (bzw. Geschwindigkeit) als Eingangsgrösse und dem zurückgelegten Weg (bzw. der Anzahl der Umdrehungen) als Ausgangsgrösse.

Kurve 5 gilt für das differenzierende Glied, bei dem die Ausgangsgrösse proportional ist der zeitlichen Ableitung der Eingangsgrösse:

$$y = k \frac{dx}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

Theoretisch muss die Übergangsgrösse mit einem unendlich grossen Wert beginnen. Praktisch ist jedoch, wegen des Vorhandenseins verschiedener Widerstände der Anfangswert endlich. Als Beispiel dieses Gliedes dient ein Transformator: die primäre Gleichspannung ist die Eingangsgrösse, die Spannung der sekundären Wicklung die Ausgangsgrösse.

Wir kehren zu unserem Beispiel der Spannungsregelung zurück und schreiben die Gleichungen der einzelnen Glieder übereinander

Regelobjekt $u = u_o - Ri \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7a)$

Messglied $u_e = u \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7b)$

Verstellwerk $u_e = R_e i_e + L_e \dfrac{di_e}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7c)$

,, $u_o = -k i_e \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7d)$

Wichtig ist bei der Regelung, dass an irgend einer Stelle eine Umkehrung des Beeinflüssungssinnes auftreten muss, wie z.B. in Gl. 7d durch den Faktor (Rotationskonstante) $-k$ zum Ausdruck gebracht ist. Nur dann kann die Regelung dem auftretenden Fehler entgegenwirken. Nach Elimination der Zwischengrössen u_o, u_e und i_e aus den Gl. 7a bis d erhält man die Hauptgleichung:

$$\frac{du}{dt} + u \frac{R_e + k}{L_e} = -\frac{RR_e}{L_e} i - R \frac{di}{dt} \quad \ldots\ldots \quad (8)$$

Aus dieser Differentialgleichung erster Ordnung kann der zeitliche Verlauf der Regelgrösse (u) nur dann bestimmt werden, wenn man einen bestimmten zeitlichen Verlauf der Störgrösse (Belastungsstrom i) voraussetzt. Man wählt dazu wieder, genau wie bei der Übergangsfunktion, eine Sprungfunktion, d.h. eine plötzliche Änderung der Belastung um den Wert i. Als Lösung der Gl. 8 erhält man dann:

$$u = -\frac{Ri}{R_e + k}\left(R_e + k e^{-\frac{R_e + k}{L_e} t}\right) \quad \ldots\ldots \quad (9)$$

Der zeitliche Verlauf der Störgrösse und der Regelgrösse entsprechend der Gl. 5 ist in Abb. 4b und c gezeigt. Der Fehler verschwindet nach der Gl. 5 nicht vollständig, die Regelung ist statisch und der bleibende Fehler, d.h. die Statik ist

$$u_{st} = -\frac{Ri}{1 + k/R_e} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

Die Gl. 10 zeigt uns, dass die Statik bei der Regelung um $1/(1 + k/R_e)$ kleiner ist als der natürliche Fehler. Die Statik vermindert sich mit dem steigenden Wert von k/R_e. Wenn man über den bleibenden Fehler spricht, so muss man noch die Ansprechschwelle des Messgliedes und des Verstellwerkes hinzuzählen. Dieser Fehler trifft ein infolge der Unvollständigkeit im Bau beider Glieder und ist bei allen sowohl statischen als auch astatischen Regelungen immer vorhanden.

Als Mass für die Schnelligkeit der Regelung benützt man die Zeitkonstante aus der Gl. 9:

$$T = \frac{L_e}{k} \cdot \frac{1}{1 + R_e/k} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

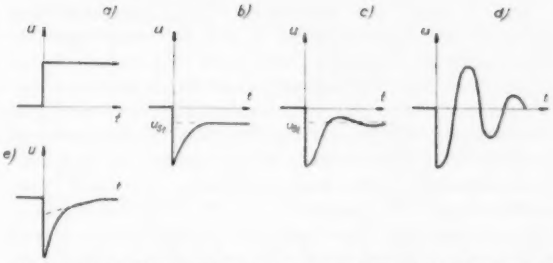


Abb. 4. Zeitlicher Verlauf: *a.* der Störgrösse, *b.* der Regelgrösse bei statischer Regelung und aperiodischem Verlauf, *c.* idem beim schwingenden Verlauf, *d.* der Regelgrösse bei astatischer Regelung, *e.* idem bei vorübergehender statischer Regelung.

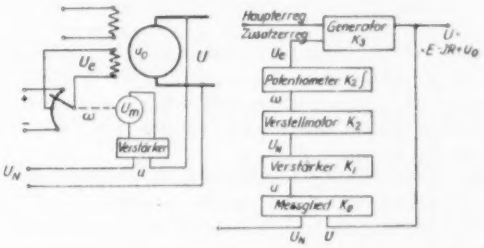


Abb. 5. Astatische Regelung mit dem Verstellmotor.

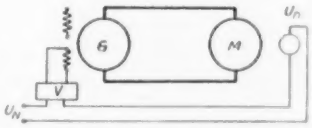


Abb. 6. Drehzahlregelung in Leonard-Schaltung (Drehzahl-Spannungsregelung).

Aus der Gl. 10 und 11 erhält man:

$$\frac{T}{u_{st}} = -\frac{L_e}{R_e Ri} = -\frac{T_e}{\textit{natürliche Statik}} = konst \quad (12)$$

d.h. die Zeitkonstante und Statik stehen im festen Verhältnis zu einander. Wird die Statik vermindert, so vermindert sich auch zwangläufig die Zeitkonstante. Die Genauigkeit sinkt mit wachsender Schnelligkeit und umgekehrt.

Bei jeder statischen Regelung kann der bleibende Fehler zwar klein gemacht werden, doch wird er nie vollständig verschwinden. Zwischen der Störgrösse und dem bleibenden Fehler besteht eine lineare Abhängigkeit $u_{st} = \lambda i$ oder mit u der Eingangsgrösse und u_o der Ausgangsgrösse der Regelanordnung:

$$u_o = \mu u \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (13)$$

und dieser lineare Zusammenhang beider Grössen kennzeichnet die statische Regelung.

Wenn man eine vollständige Beseitigung des Fehlers haben will, dann muss man zu der astatischen Regelung übergehen. Eine typische astatische Regelung ist in Abb. 5 dargestellt. Die Ausgangsgrösse des Messgliedes steuert hier über den Verstellmotor (Servomotor) des Potentiometers, der seinerseits die Zusatz-Erregung des Generators regelt. Dieser Kreis enthält ein integrierendes Glied (Verstellmotor), und dieses macht die ganze Regelung astatisch. Sowohl die Stellung des Potentiometers als auch die Grösse des Erregerstromes sind von den zurückgelegten Umdrehungen des Verstellmotors abhängig. Mit den Bezeichnungen der Abb. 5 erhält man:

$$U_m = k_o u,\ \omega = k_1,\ U_m = k_o k_1 u,\ U_e = k_2,\ \int \omega dt = k_o k_1 k_2 \int u dt$$
$$u_o = k_3,\ U_e = k_o k_1 k_2 k_3,\ \int u dt \text{ oder } \frac{du_o}{dt} = k_o k_1 k_2 k_3 u \quad (14)$$

Gl. 14 zeigt den charakteristischen Zusammenhang zwischen der Eingangsgrösse u und der Ausgangsgrösse der astatischen Regelung. Man kann sich einfach davon überzeugen, dass die Regelung keine Statik hat, denn der Verstellmotor wird sich so lange drehen, wie die geringste Abweichung des Istwertes der Spannung von dem Sollwert vorhanden ist. Nach diesem Prinzip arbeiten sowohl viele Spannungsregler (bei Transformatoren) als auch viele Drehzahlregler bei Gleichstrom- und Drehstrom-Kommutatormotoren. Zur Erhöhung der Schaltleistung werden gewöhnlich zwischen dem Verstellmotor und dem Messglied noch die Schütze eingeschaltet. Ein anderer astatischer Drehzahlregler mit mechanischem Differential wird später behandelt werden (Abb. 7).

Eine Erhöhung der Verstärkung erreicht man durch Zwischenschalten eines Verstärkungsgliedes, so wie es beispielsweise in Abb. 1 gezeigt ist. Handelt es sich um V-fache verzögerungsfreie Verstärkung, so gelten wiederum die Gl. 7, wobei jedoch Gl. 7b durch $u_e = Vu$ oder, was dasselbe ist, k durch kV ersetzt werden muss. Die Zeitkonstante und die Statik wird ebenfalls durch Gl. 10 und 11 mit kV anstatt k gegeben.

Als Verstärkungsglied wird jedoch meistens eine Erregermaschine verwendet, welche ebenfalls eine Verzögerung (Zeitkonstante T_1) besitzt. Die Gleichungen des Regelkreises werden:

$$\begin{aligned} u &= u_o - Ri \quad \text{a)} \\ u &= i_1 R_1 + L_1\, di_1/dt \quad \text{b)} \\ u_e &= k_1 i_1 \quad \text{c)} \qquad (15) \\ u_e &= i_e R_e + L_e\, di_e/dt \quad \text{d)} \\ u_o &= -ki_e \quad \text{e)} \end{aligned}$$

Diese Gleichungen lassen sich durch die Elimination der Zwischengrössen und zurücklassen nur der Regelgrösse u und der Störgrösse i, in folgende Hauptgleichung umformen:

$$\frac{d^2u}{dt^2} + \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_e}\right)\frac{du}{dt} + \frac{1}{T_1 T_e} + \frac{kk_1}{L_1 L_e} = -R\left(\frac{i}{T_1} + \frac{di}{dt}\right)\left(\frac{i}{T_e} + \frac{di}{dt}\right) \quad \ldots\ldots \quad (15)$$

Das ist eine Differentialgleichung zweiter Ordnung mit konstanten Koeffizienten, deren Lösung gegeben wird durch:

$$u = C_1 e^{w_1 t} + C_2 e^{w_2 t} + u_{st} \quad \ldots \quad (17$$

C_1 und C_2 sind die Integrationskonstanten, welche durch die Grenzbedingungen bestimmt werden. w_1 und w_2 sind die Wurzeln der Stammgleichung:

$$w^2 + \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_e}\right) w + \frac{1}{T_1 T_e} + \frac{kk_1}{L_1 L_e} = 0 \quad (18)$$

und u_{st} ist ein partikuläres Integral, das von dem Verlauf der Störungsgrösse i abhängt. Meistens wird für den Verlauf von i eine Sprungfunktion gewählt, und diese stellt für u_{st} ein solches partikuläres Integral dar. Bei statischer Regelung ist es gleich der Statik.

Ob der Ablauf der Regelung gedämpft periodisch, angefacht periodisch oder aperiodisch gedämpft erfolgt, hängt von der Grösse der einzelnen Koeffizienten der Stammgleichung 18 ab. Je kleiner die Statik ist (verbleibende Fehler), um so weniger gedämpft wird der Übergangsvorgang. Die Schwingungen sind um so stärker, je mehr man sich dem Falle der astatischen Regelung nähert. Damit erscheint ein neues Problem, nämlich das der Stabilität, und dieses Problem wird immer kritischer, je mehr verstärkende Stufen hintereinander geschaltet sind. Zur Beurteilung, ob die Anordnung stabil oder labil ist, sind mehrere Verfahren vorgeschlagen worden, die ohne Lösung der meistens sehr verwickelten Haupt- und Stammgleichung nur auf Grund einigen „Kriteriums" die Feststellung der Stabilität erlauben. Bekannt ist das Kriterium von Hurwitz, Leonhard usw. Ein interessantes Stabilitätsdiagramm, welches ebenfalls zu demselben Zwecke dient, ist von Grasl veröffentlicht worden (L 3). Wir wollen dieses hier nicht wiedergeben, da es zu weit führen würde.

In Abb. 4a ist der Verlauf der Störgrösse und in Abb. 4b der Verlauf der Regelgrösse für den aperiodischen Fall der statischen Regelung gezeigt. Abb. 4c stellt den gedämpften Verlauf entsprechend der Gl.

$$u = Ae^{-\delta t} \cos(wt + \varphi) + u_{st} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (19)$$

dar. Will man aus der statischen Regelung eine astatische machen, so muss man eine Rückkopplung einführen.

Allerdings erhält man dabei starke Schwingungen, die gedämpft werden müssen. Der Verlauf der Regelgrösse für diesen Fall ist in Abb. 4d dargestellt. Ein Mittel, die Schwingungen zu unterdrücken, besteht in der Erhöhung der Induktivität im Rückkopplungskreis.

Der Verlauf von u für diesen Fall ist in Abb. 4e gezeigt. Er ist dem Verlauf in Abb. 4b ähnlich mit dem Unterschied, dass die Statik nach der e-Potenzkurve verschwindet. Man hat hier eine Regelung mit vorübergehender Statik. Der günstigere Verlauf in Abb. 4e gegenüber dem in Abb. 4d erklärt sich durch die verzögernde Wirkung der Induktivität im Rückkopplungskreis, so dass im ersten Augenblick sich die Anordnung als eine statische mit guter Dämpfung verhält. Eine verzögernde Wirkung der Rückkopplung nennt man Rückführung. Sie lässt sich nicht nur durch Erhöhung der Zeitkonstante, sondern auch durch andere Schaltungen verwirklichen. Die Rückführung stellt ein ganz allgemeines Hilfsmittel zur Stabilisierung einer Regelung dar.

2. Drehzahlregelung von Motoren

In der Antriebstechnik ist der Elektromotor ein Regelobjekt und die Drehzahl die Regelgrösse. Vermittels der Drehzahl lassen sich viele Grössen auf einfachste Weise steuern, z.B. bei Pumpen und Ventilatoren Druck und Fördermenge. Bei anderen Antrieben bestimmt die Drehzahl die Güte und die Wirtschaftlichkeit des Arbeitsvorganges; dies ist der Fall z.B. bei Walzwerken, Textil- und Papierfabrikation; hier muss die einmal eingestellte Geschwindigkeit weiter konstant gehalten werden. In allen diesen Fällen bedient man sich der selbsttätigen Steuerung. Die Regelgrösse (Drehzahl) wird in irgend einer Form dem Messwerk zugeführt und mit dem Normal (Sollwert) verglichen. Aus der festgestellten Abweichung wird mittels des verstärkenden Verstellwerkes eine Steuerung des Regelobjektes (Motor) im erforderlichen Sinne veranlasst. Der Sollwert (der Drehzahl) wird ausserdem in Abhängigkeit von irgend einer Arbeitsgrösse von Hand oder maschinell gesteuert und durch die selbsttätige Regelung weiter auf diesem Wert gehalten. In diesem Falle erhält man eine Kombination der Steuerung (worunter man die Einstellung der gewünschten Soll- oder Grunddrehzahl versteht) mit der Regelung (selbsttätiges Aufrechterhalten der eingestellten Grunddrehzahl). Durch entsprechende Gestaltung der Regelanordnung kann man ausser der Drehzahl noch andere Grössen in die Regelung einbeziehen. So wird z.B. der Ankerstrom einer Leonard-Schaltung während des Beschleunigungsvorganges auf dem gewünschten Wert gehalten. Bei Vielfachsteuerungen ist es möglich durch Anwendung der selbsttätigen Regelung die verschiedenen Drehzahlen nur auf ein Normal zu beziehen, wie es auch

bei Walzwerken, Draht-, Textil-, Gummi- und Papierfabrikation geschieht.

In Abb. 6 ist eine grundsätzliche Anordnung eines Drehzahl-Regelkreises dargestellt mit dem Gleichstrommotor als Regelobjekt. Das Verstellwerk ist ein Generator, dessen Erregung von dem Messwerk beeinflusst wird. Zum Umformen der mechanischen Regelgrösse, nämlich der Drehzahl, dient ein Messwertumformer, in diesem Falle ein Tachometergenerator. Wird der Messwertumformer vor dem Messwerk eingeschaltet, so wird aus der Drehzahlregelung eine Spannungsregelung. Als Messwerk kann ein normaler Spannungsregler oder eine entsprechende Regelschaltung dienen. Verwendet man dagegen eine mechanische Drehzahlmessung z.B. durch einen Zentrifugalregulator oder ein Differential, so wird der Fehler in mechanischer Form erscheinen und so dem Messwertumformer zugeführt werden. Dieser liegt also hinter dem Messwerk. Als Messwertumformer erscheint ein Widerstandsregler, der die Drehzahlabweichung (mech. Grösse) in Erregerstrom (elektrische Grösse) umformt. Hier gilt die bereits erwähnte Regel, dass je nach der Einstellung des Messwerkes die Regelung entweder statisch oder astatisch arbeiten kann. Die in Abb. 6 und 7 gezeigte Anordnung arbeiten astatisch. In Abb. 6 wird dieses durch Anwendung der Nebenschlusswicklung und der ungesättigten Magnetisierungskurve erreicht. Bei fremder Grunderregung wird diese Anordnung statisch. Alle praktisch verwendeten Spannungsregler wie z.B. Walz- und Kohlendruckregler sowie Regelungen mit Hilfe einer Verstärkermaschine oder magnetischer Verstärker sind statisch. Zwischen den Anordnungen in Abb. 6 und 7 besteht der Unterschied, dass in Abb. 6 alle mechanischen Grössen durch elektrische ersetzt sind und die Anordnung von aussen elektrisch steuerbar ist. In Abb. 7 geschieht die Steuerung auf mechanischem Wege mittels Leitwelle. Diese Regelung nennt man oft Gleichlaufregelung.

Sowohl die Gleichlaufregelung als auch die Drehzahl-Spannungsregelung können für den grossen Drehzahlbereich (vom Stillstand ab) ausgeführt werden. Die Genauigkeit der Gleichlaufregelung ist sehr hoch, praktisch etwa 0,1% der Nenndrehzahl und hängt nur vom Konstanthalten der Leitdrehzahl ab. Die Genauigkeit der Drehzahl-Spannungsregelung ist meistens geringer, etwa 0,5 — 1%, und hängt von der Genauigkeit des Spannungsnormals und der Genauigkeit und Empfindlichkeit des Werkes ab. Weiter ist die Genauigkeit der Schaltung in Abb. 6 stark abhängig von der Sättigung und der Hysteresis des Steuergenerators, weil der astatische Charakter der Anordnung durch diese Grössen bestimmt wird. Für viele praktische Zwecke ist diese Genauigkeit ausreichend und, da die elektrische Steuerung bequemer ist als die mechanische, ist diese Art der Drehzahlregelung sehr verbreitet.

Wir wollen jetzt noch die statische Regelung nach Abb. 6 näher betrachten. Wir bezeichnen mit T_a — die normale Anlaufzeit, $\kappa = J_K/J_N$ — das Kurzschlussstromverhältnis, $b = M_b/M_N$ — den relativen (bezogenen) Wert des Belastungsmomentes, n_o — die Leerlaufdrehzahl, i_N — den Erregerstrom der Grunderregung und nehmen einfachheitshalber gleiche Windungszahlen der beiden Erregerwicklungen an; nun wird die Differentialgleichung der Bewegung:

$$\frac{dn}{dt} + \frac{x}{T_a} n - \frac{\eta_o x}{T_a i_N}(i_N + i) + \frac{b n_o}{T_a} = 0 \quad . \; . \; . \; . \quad (20)$$

Die Spannungsgleichung des regulierenden Erregerkreises ist mit T_e als Zeitkonstante:

$$\frac{di}{dt} + \frac{i}{T_e} + \frac{U_n n}{L_e n_o} - \frac{U_n}{L_e} = 0 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (21)$$

Die Spannung, welche im Regelkreis den Nennwert des Erregerstromes erzeugt, bezeichnen wir mit $U_{eN} = R_e i_N$. Die beiden Gl. 20 und 21 lassen sich zu einer vereinigen:

$$\frac{d^2n}{dt^2} + \left[\frac{\kappa}{T_a} + \frac{1}{T_e}\right]\frac{dn}{dt} + \frac{\kappa}{T_e T_a}\left[1 + \frac{U_n}{U_{eN}}\right] n + \\ + \frac{n_o}{T_e T_a}\left[\kappa \frac{U_n}{U_{eN}} + b - \kappa\right] = 0 \quad . \; . \; . \quad (22)$$

Die Lösung dieser Differentialgleichung zweiter Ordnung ist:

$$n = n_o - \triangle n_{st}\left[1 - \left(\cos \nu t + \frac{\delta}{v} \sin \nu t\right) e^{-\delta t}\right] \quad (23)$$

Die Drehzahlabweichung im stationären Zustand oder die bleibende Statik ist:

$$\triangle n_{st} = \frac{b/\kappa}{1 + U_n/U_{en}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (24)$$

Beim Betrieb ohne Regelung wäre die Drehzahlabweichung:

$$\triangle n = b/\kappa \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (25)$$

Durch Einwirkung der Reguliereinrichtung wird die Drehzahlabweichung um das $\frac{1}{1 + U_n/U_{eN}}$ fache verkleinert. Wird zwischen dem Messglied und dem Verstellwerk noch ein Verstärkungsglied mit V-facher Verstärkung (ohne Trägheit) eingeschaltet, wie es ebenfalls in Abb. 6 gezeigt ist, so wird die Statik:

$$\triangle n_{st} = \frac{b/\kappa}{1 + V U_n/U_{eN}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (26)$$

sie wird also noch weiter vermindert.

Die Dämpfung und die Frequenz der Ausgleichsgrösse bestimmt man aus der Stammgleichung:

$$w^2 + \left[\frac{\kappa T_e + T_a}{T_e T_a}\right] w + \frac{\kappa}{T_e T_a}\left[1 + V U_n/U_{eN}\right] = 0 \quad (27)$$

mit: $w = -\delta + j\,\nu$ zu:

$$\delta = \frac{\kappa T_e + T_a}{2 T_e T_a} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (28)$$

$$\nu = \sqrt{\frac{\kappa}{T_a T_e}\left(1 + \frac{V U_n}{U_{eN}}\right) - \delta^2} \quad . \; . \; . \; . \quad (29)$$

Wir haben hier einen schwingenden Ausgleichsvorgang angenommen, weil er praktisch meistens vorkommt. Bei sehr geringer Verstärkung kann man natürlich auch einen aperiodischen Verlauf erhalten mit zwei Dämpfungsgrössen.

Mit Hilfe der Gl. 23, 26, 28 und 29 lässt sich der Drehzahlverlauf bei Übergangszustand bestimmen, woraus sich die höchste dynamische Abweichung der Drehzahl ergibt. Will man die Trägheit des Verstärkergliedes berücksichtigen, so erhält man eine Differentialgleichung der dritten Ordnung, deren Lösung nicht immer einfach ist.

Die grösste Abweichung der Drehzahl von dem Sollwert während des Regelvorganges kann aus der Gl. 23 bestimmt werden. Leider lässt sich kein geschlossener Ausdruck aufstellen.

Eine astatische Gleichlaufregelung mit mechanischer Drehzahlsteuerung zeigt Abb. 7. Der Sollwert ist mit n_o bezeichnet, und dieser ist zugleich die Leerlaufdrehzahl. Der Verstellwerk-Zusatzgenerator ist hier der Einfachheit halber verzögerungsfrei angenommen. Eine Berücksich-

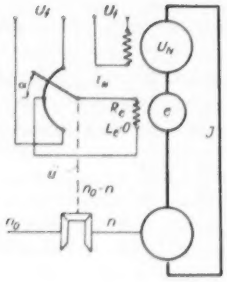


Abb. 7. Gleichlaufregelung des Motors mit mechanischer Steuerung.

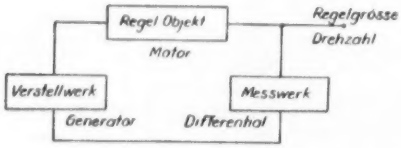


Abb. 8. Ersatzbild der Regelung für Abb. 6.

tigung seiner Verzögerung führt zu der Differentialgleichung dritter Ordnung, deren allgemeine Lösung und Untersuchung ziemlich kompliziert ist. Wir bezeichnen mit: e — die EMK der Zusatzmaschine, e_N — ihren Nennwert und erhalten die Bewegungsgleichung des Motors (vgl. Gl. 20):

$$\frac{dn}{dt} = \frac{n_o \kappa}{T_a}\left(1 + \frac{e}{U_n} - \frac{n}{n_o}\right) \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (30)$$

Wir bezeichnen weiter mit α— den Verstellwinkel des Potentiometers, α_o den (theoretischen) Verstellwinkel, bei dem die Zusatzspannung e gleich der Nennspannung U_N wird, so gilt:

$$\alpha = \alpha_o \frac{e}{U_N} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (31)$$

Die Geschwindigkeit, mit der sich der Regulator verstellt, ist:

$$\frac{d\alpha}{dt} = \ddot{u}\,(n_o - n) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (32)$$

worin $\ddot{u}$ die gesamte mechanische Übersetzungszahl ist. Wenn man die (theoretische) Verstellzeit T_s einführt, die erforderlich ist, für Verstellen des Regulators um den Winkel α_o bei der Drehzahl-Differenz n_o

$$T_s = \frac{\alpha_o}{\ddot{u} n_o} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (33)$$

so wird die Gl. 32:

$$\frac{d\alpha}{dt} = \frac{\alpha_o}{n_o T_s}(n_o - n) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (32a)$$

woraus:

$$\alpha = \frac{\alpha_o}{T_s} t - \frac{\alpha_o}{T_s n_o}\int n dt \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (33b)$$

Setzt man den Wert von α aus der Gl. 33b in die Gl. 31 ein und aus dieser e/U_N in die Gl. 30, so erhält man nach einmaligem Differenzieren die endgültige Gl.:

$$\frac{d^2n}{dt^2} + \frac{\kappa}{T_a}\frac{dn}{dt} + \frac{\kappa}{T_a T_s} n - \frac{\kappa n_o}{T_a T_s} = 0 \quad . \; . \; . \quad (34)$$

Man überzeugt sich direkt, dass die Regelung astatisch ist, denn im Dauerzustand $\frac{d^2n}{dt^2} = \frac{dn}{dt} = 0$ und $n = n_o$ wird. Es ist also kein bleibender Fehler. Die Lösung der Gl. 34 wird:

$$n = n_o + Ae^{w_1 t} + Be^{w_2 t} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (35)$$

worin:

$$w_{1,2} = -\frac{\kappa}{2T_a} \pm \sqrt{\frac{\kappa^2}{4T_a^2} - \frac{\kappa}{T_a T_s}} \quad . \; . \; . \quad (36)$$

ist. Der Regelvorgang verläuft aperiodisch, wenn nach Gl. 36:

$$\frac{T_s}{T_a} \geqq \frac{4}{\kappa} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (37)$$

ist. Die Konstanten A und B in Gl. 35 bestimmt man aus den Grenzbedingungen: bei $t = O$ ist nämlich $n = n_o$ und $dn/dt = -n_o b/T_a$. Man erhält dann die Drehzahl:

$$n = n_o\left[1 - \frac{b\,(e^{w_1 t} - e^{w_2 t})}{2\sqrt{\frac{\kappa^2}{4T_a} - \frac{\kappa}{T_s}}}\right] \quad . \; . \; . \quad (35a)$$

Auch hier lässt sich leider kein geschlossener Ausdruck für die grösste Abweichung der Drehzahl während der Regelung angeben.

Als drittes Beispiel betrachten wir die Regelung mit dem Verstellmotor, der ein Verstellwerk steuert (Abb. 9). Je nach dem Messglied kann die Regelung statisch oder astatisch sein. Bei Gleichstrom dient als Verstellwerk meistens ein Zusatzgenerator mit einem Regler, es kann auch ein Vorschaltwiderstand oder eine Zusatzwicklung beim Generator sein. Von den bereits besprochenen Schaltungen unterscheidet sie sich durch ihre Einfachheit, besitzt aber grössere Verzögerung und wird dort verwendet, wo die letztere bedeutungslos ist. Die Schaltung ist aber bei Drehstrommotoren und besonders bei Kommutatormotoren sehr beliebt. Sie ist eine von den wenigen, die bei diesen Motoren verwendet werden kann. Als Verstellwerk dienen: die verstellbare Bürstenbrücke oder ein Regeltransformator in vielen Sonderausführungen.

Beim Auftreten des Belastungsstosses b fällt die Drehzahl des Gleichstrommotors nach der Gl.

$$n = n_o - n_o \frac{b}{\kappa}\left(1 - e^{\frac{-\kappa t}{T_a}}\right) \quad . \; . \; . \quad (38)$$

Für Drehstrommotoren mit oder ohne Kommutator gilt dieselbe Gleichung mit κ als fiktive Grösse, die aus der Belastungscharakteristik entsprechend dem Drehzahlabfall $\triangle n = n_o b/\kappa$ bestimmt wird. Der Verlauf der Drehzahl ist in Abb. 10 durch die Kurve 1 gezeigt. Nach der Zeit t_1 wird die Unempfindlichkeit des Messgliedes überschritten und der Verstellmotor eingeschaltet. Wir nehmen weiter an, dass die Änderung der Drehzahl durch ein Verstellwerk linear erfolgt, d.h. proportional der Zeit. Obwohl die von dem Verstellwinkel (bei konstanter Geschwindigkeit des Verstellmotors auch von der Zeit) abhängige Charakteristik des Verstellwerkes im allgemeinen keine Gerade ist, lässt sie sich doch in dem betrachteten kleinen Bereich immer durch eine Gerade ersetzen. Dabei darf man nicht vergessen, dass diese Ersetzung nur für ein kleines Gebiet gilt, dagegen die entsprechende Konstante sich ändert, wenn wir den Regelbereich durch Änderung der Soll-Drehzahl in weiten Grenzen einstellbar machen. Bezeichnet man mit T_s die (theoretische) Zeit, die erforderlich ist, um die Drehzahl von O bis auf n_o einzustellen, so wird:

$$n = \frac{n_o}{T_s} t \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (39)$$

Die Zeit T_s ist, wie oben erläutert, eine Konstante nur für ein betrachtetes Regelgebiet. Der Verstellmotor wie auch das Verstellwerk sind nicht verzögerungsfrei. Wir können diese Verzögerung annäherungsweise durch eine Verspätung um die Zeit t_2 berücksichtigen. Das Verstellwerk beginnt also nach dem Eintreten der Störung die

Drehzahl nach der Zeit $t_1 + t_2$ zu steuern. Die Gerade 2 in Abb. 10 zeigt den Verlauf der Steuer-Drehzahl. Die Kurve 3 zeigt dann den Verlauf der Motor-Drehzahl nach Eintreten des Belastungsstosses. Der Vorgang kann aperiodisch sein, wenn die Drehzahl nach dem Abschalten des Verstellmotors im Bereich der Unempfindlichkeit des Messwerkes liegt, oder auch mit gedämpften Schwingungen erfolgen, wenn das nicht der Fall ist. Das letztere kommt besonders bei starkem Eingreifen des Verstellwerkes (klein T_s) vor.

Wenn man die Unempfindlichkeit des Messwerkes und die Verzögerungszeit des Verstellwerkes vernachlässigt ($t_1 = t_2 = 0$), so wird die Drehzahl des Motors während des Regelvorganges

$$n = n_o \left(1 + \frac{t}{T_s}\right) - \frac{b}{\kappa}\left(1 - e^{-\frac{\kappa t}{T_a}}\right) \quad . \; . \; . \; . \quad (40)$$

Die kleinste Drehzahl tritt bei

$$t = \frac{T_a}{\kappa} \, ln \frac{bT_s}{T_a} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (41)$$

auf und beträgt:

$$n_{min} = n_o \left[1 - \frac{b}{\kappa} + \frac{T_a}{\kappa T_s}\left(1 + ln \frac{bT_s}{T_a}\right)\right] \quad . \; . \quad (42)$$

Eine absolute Aufrechterhaltung der Drehzahl, d.h. $n_{min} = n_o$ ist nur bei

$$\frac{T_a}{T_s}\left(1 + ln \frac{bT_s}{T_a}\right) \geqq b \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (43)$$

möglich, was ein sehr starkes Eingreifen des Verstellwerkes bedeutet. Praktisch sind die Bedingungen der Gl. 43 meistens nicht erfüllt, so dass eine Senkung der Drehzahl bei der Belastung stattfindet. Sie wird noch durch die Unempfindlichkeit des Messwerkes und die Verzögerung des Verstellwerkes erhöht.

Als Zahlenbeispiel wollen wir hier die Anwendung der letzten Regelung (Abb. 9) auf einen Drehstrom-Nebenschlussmotor nehmen. Dieser Motor wird durch Bürstenverschiebung geregelt, und wir wollen 3 Betriebspunkte betrachten: bei niedrigster Drehzahl $n'_o = {}^2/_3\, n_o$ bei mittlerer n_o und bei höchster Drehzahl $n''_o = 1^1/_3\, n_o$.

a. Mittlere Drehzahl n_o:

Anlaufzeit $T_a = 3$ s; Drehzahlabfall bei Vollast ($b = 1$) $\triangle n = 0{,}05\, n_o$, woraus $\kappa = n_{ob}/\triangle n = 20$. Bei Unempfindlichkeit $\triangle_{un} = 0{,}005$ ($\frac{1}{2}$ %) wird die Zeit $t_1 \approx \triangle_{un} T_a/b = 0{,}015$ s. Die Verzögerungszeit des Verstellwerkes nehmen wir zu $t_2 = 0{,}15$ s. Der Drehzahlabfall wegen der Unempfindlichkeit des Messwerkes und der Verzögerung des Verstellwerkes beträgt:

$$\triangle n_{tr} = \frac{n_o b}{\kappa T_a}\left[1 - e^{-\frac{\kappa}{T_a}(t_1 + t_2)}\right] = \frac{n_o 1}{3.20}\left[1 - e^{-1{,}1}\right] = 0{,}0111\, n_o.$$

Die Abhängigkeit der Leerlaufdrehzahl des Motors von der Bürstenstellung ist in Abb. 11 gezeigt. Bei konstanter Drehzahl des Verstellmotors und Vernachlässigung des Motor-Trägheitmomentes gibt diese Kurve auch den Zusammenhang zwischen der Leerlaufdrehzahl und der Verstellzeit wieder. Der Anfangspunkt dieser Kurve ($t = 0$) ist für uns ohne Bedeutung, und wir verzichten auf seine Bestimmung. Dagegen gibt uns die Tangente den Wert der Verstellzeit T_s für die betrachtete Drehzahl n_o an. Diese Zeit ist keine konstante Grösse und ist am kleinsten für die mittlere Drehzahl. Wir nehmen sie für n'_o zu 15 s, für n_o zu 5 s und für n''_o zu 30 s an.

Die niedrigste Drehzahl bei Belastungsstoss ($b = 1$) während des Regelvorganges ergibt sich nach der Gl. 46 mit Korrektur für Unempfindlichkeit und Verzögerung zu:

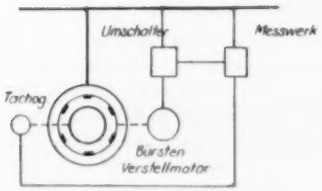


Abb. 9. Astatische Regelung eines Drehstrom Kommutatormotors.

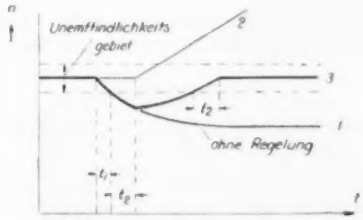


Abb. 10. Drehzahlverlauf beim Belastungsstoss in der Regelschaltung nach Abb. 15.

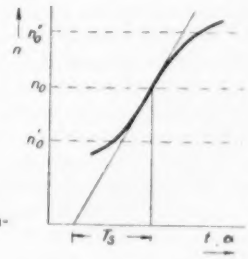


Abb. 11. Bedeutung der Zeitkonstante T_s.

$$n_{min} = n_o \left[1 - \frac{1}{20} + \frac{3}{20.5}\left(1 + ln \frac{5}{3}\right)\right] - 0{,}0111\, n_o = 0{,}976\, n_o.$$

Ohne Regelung ist $n = 0{,}95\, n_o$.

b. niedrigste Drehzahl $n'_o = {}^2/_3\, n_o$:

Anlaufzeit $T_a = 3.2/3 = 2$ s. Drehzahlabfall $\triangle n = 0{,}08\, n_o$ woraus $\kappa = n_o/0{,}08\, n_o = 12{,}5$. Bei derselben Unempfindlichkeit 0,5 % wird die Zeit $t_1 = 0{,}015.2/3 = 0{,}01$ s, die Verzögerungszeit des Verstellwerkes bleibt unveränderlich 0,15 s und die Drehzahlkorrektur:

$$\triangle n_{tr} = \frac{n_o}{2.12{,}5}\left(1 - e^{-1.0}\right) = 0{,}0253\, n_o = 0{,}038\, n'_o.$$

Die niedrigste Drehzahl wird:

$$n_{min} = n'_o \left[1 - \frac{1}{12{,}5} + \frac{2}{12{,}5.15}\left(1 + ln \frac{15}{2}\right)\right] - 0{,}038\, n'_o = 0{,}924\, n'_o$$

also wesentlich höher als bei mittlerer Drehzahl. Ohne Regelung wäre

$\triangle n = 0{,}08.3/2.n'_o = 0{,}12\, n'_o$ d.h. $n = 0{,}88\, n'_o$.

c. Höchste Drehzahl $n''_o = 1^1/_3\, n_o$.

Anlaufzeit $T_a = 3.{}^4/_3 = 4$ s. Drehzahlabfall $\triangle n = 0{,}08\, n_o$ woraus $x = 12{,}5$ $t_1 = 0{,}015.{}^4/_3 = 0{,}02$s, $t_2 = 0{,}15$s und

$$\triangle n_{tr} = \frac{n_o}{4.12{,}5}\left(1 - e^{-0{,}53}\right) = 0{,}0082\, n_o = 0{,}0062\, n''_o.$$

Die niedrigste Drehzahl wird:

$$n_{min} = n''_o \left[1 - \frac{1}{12{,}5} + \frac{4}{12{,}5.30}\left(1 + ln \frac{30}{4}\right)\right] - 0{,}0062 = 0{,}946\, n''_o.$$

Ohne Regelung wird $n = 0{,}94\, n''_o$. Die Regelung hat hier für den Übergangszustand wenig Bedeutung, wohl aber für den Dauerzustand.

Zusammenfassung

Die Regelungstechnik in der Form, in der sie zur Spannungsregelung der Generatoren entwickelt worden ist, lässt sich ohne weiteres auf die Drehzahlregelung der Motoren übertragen. Daneben ist auch das Verfahren mit der mechanischen Steuerung durch die Leitwelle entwickelt worden. Die Drehzahlregelung der Gleichstrommotoren in Leonard-Schaltung erlaubt, fast alle bekannten Regelverfahren anzuwenden. Dagegen ist bei der Drehzahlregelung der Drehstrom-Kommutatormotoren bis jetzt nur die Regelung mit dem Verstellmotor möglich. Obwohl diese Regelung ziemlich langsam ist, bringt sie auch im Übergangszustand, wie es ein Beispiel zeigte, eine Verbesserung der Regelung.

Literatuur:

[1] LEONHARD. Die selbsttätige Regelung in der Elektrotechnik. Springer Verlag, Berlin 1940.
[2] Regelungstechnik, Sonderheft der ETZ, 1952, mit Aufsätzen von G. VAFIADOS, F. FRAUENBERG, A. LEONHARD.
[3] Regelungstechnik, *Elin-Zeitschrift*, 1952, Heft mit Aufsätzen von H. HOCHRAINER, H. GRASL.

KORTE TECHNISCHE BERICHTEN

Uitbreiding van productie en transmissie van electrische energie in Frankrijk in 1952

Niettegenstaande de zware lasten voor de herbewapening en de oorlog in Indochina is bovengenoemde uitbreiding krachtig voortgezet. De steenkoolproductie is ontoereikend, hoewel de thermische centralen minderwaardige kwaliteit kunnen gebruiken. Deze centralen worden hoofdzakelijk beheerd door de kolenmijnen en de hoogovens, de waterkracht-centralen door Electricité de France. Deze laatste produceerden in 1952 ruim 2 milliard kWh meer dan in 1951, in 1951 1½ milliard kWh meer dan in 1950 en in 1950 ruim 1 milliard kWh meer dan in 1949. Het programma is echter bijna gereed en men heeft zich vooral op de uitbreiding der transmissie moeten concentreren: 397 km à 225 kV, 197 km à 150 kV, 228 km à 90 kV en 147 km à 63 kV, voorts 23 km kabels en 51 km kabels voor telecommunicatie-leiding.

De vermeerdering der electriciteits-productie in 1952 is over diverse centralen als volgt verdeeld: Ottmarsheim, 500 millioen kWh; Malgovert, 440 millioen kWh: Bort 280 millioen kWh; Chastang, 200 millioen kWh; Alrance, 116 millioen kWh; Faux-la Montagne, 100 millioen kWh en Passy, 100 millioen kWh. Voorts voltooide Electricité de France enige thermische centralen, w.o. te Yainville (2e turbogenerator), Herserange (2e turbogenerator), Ivry enz. M. F. S.

Uit art. v. J. G. Février, ontv. v. de Franse Legatie.

681.26—83 : 621.317.39

Electronisch weegapparaat [1]

Voor de Imp. Chemical Ind. bouwden Rich. Simon and Sons te Nottingham, voor het product gemalen kalksteen, een electronisch weegtoestel, waarbij 10 ton/h gecontroleerd moest worden.

Het verloop van het materiaal is schematisch voorgesteld in fig. 1, waaruit (links) blijkt, dat dit eerst gebunkerd wordt en dan via een transportschroef op een transportband terecht komt.

Ongeveer in het midden loopt deze band over een rol, die neergedrukt wordt bij te sterke belasting en de schakeling in werking brengt van 2 paar contacten. Hierdoor wordt aan het electronisch gedeelte aangegeven of de band te licht of te zwaar wordt belast (dus te weinig of te veel draagt), waarop de schroef van de bunker en de aandrijfmotor van de band reageren. Een gelijkmatige aanvoer van het product wordt daardoor gewaarborgd.

Het regel- en electronisch gedeelte is tegen stof ondergebracht in een stalen huid.

De transportschroef wordt gedreven door een motor van 3 en de band door een motor van 1½ pk.

(*Engineering* van 9 Jan. 1953).

Gs.

[1]) Zie ook *De Ingenieur* No. 25 van 19 Juni 1953 blz. A. 278.

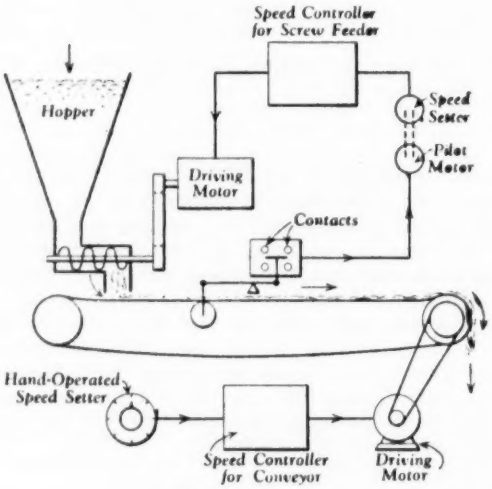


Fig. 1. Schema.

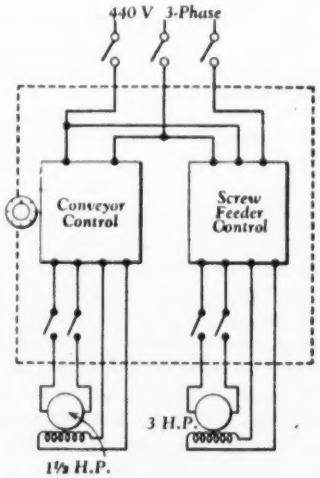
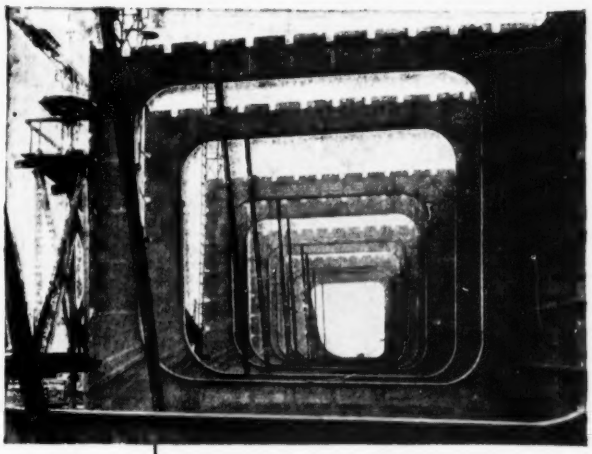


Fig. 2. Electrisch schema.

Inhoud ELECTROTECHNIEK 11: Centrale Hemweg. II. Korte toelichting electrisch gedeelte, door ir K. J. H. STIGTER. Selbsttätige Regelung, door Dr. W. SCHUISKY. — Korte Technische Berichten: Uitbreiding van productie en transmissie van electrische energie in Frankrijk in 1952. Electronisch weegapparaat.



Montage
raamspanten
tanker „Caltex Rupat"

L. SMIT & ZOON

KINDERDIJK

14
1112

1451

LEDEREN WERKHANDSCHOENEN

in diverse uitvoering

LEDEREN SCHORTEN,
LEDEREN RINGETJES,
in diverse grootte,
het voordeligst bij:

Lederwarenfabr. PELA

BREDA

Speelhuislaan 94 - Telefoon 9310

1213

Otis liften

over de gehele wereld

ook in de Centrale Hemweg

●

AMSTERDAM — Schaafstraat 18 — 20

„HEEMSTEE" PATENTLAGERBRONS

in afmetingen
van 30 x 15 m.m.
tot 300 x 280 m.m.
ook in aluminium-uitvoering

CENTRIFUGAAL GEGOTEN,
GEWALST EN GEHARD

Tel. 39729 - 38285
K 2500

Gepatenteerd in
alle werelddelen

Vraagt prijs en inlichtingen
bij ons of bij onze weder-
verkopers in vele steden,
alwaar ons brons uit voorraad
verkrijgbaar is.

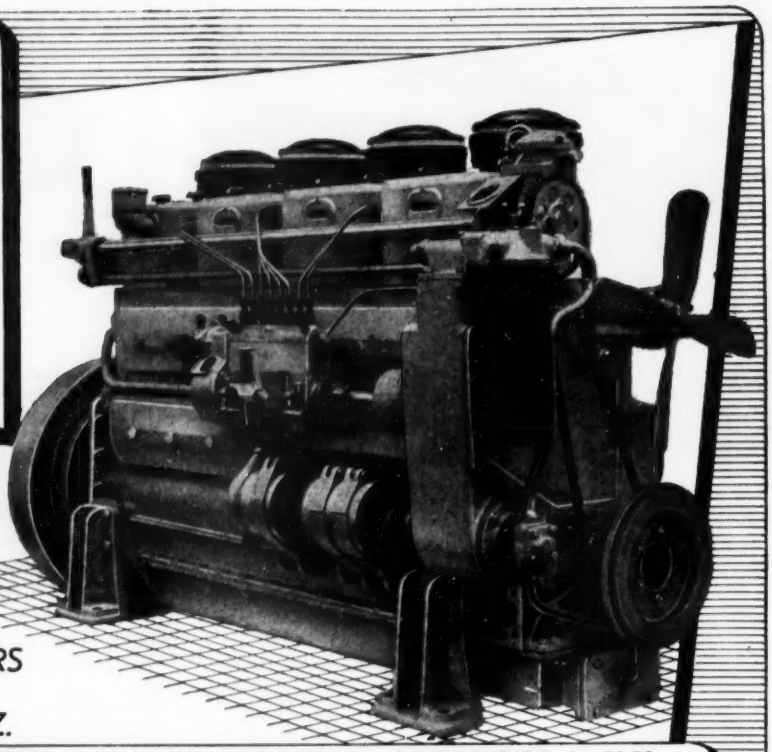
N.V. NEDERLANDSE METAALGIETERIJEN; HEEMSTEDE

1034

Kromhout

VIERTACT SNELLOPENDE
STATIONNAIRE
DIESELMOTOREN
TYPE GS-108

VERMOGEN
VAN 30 TOT EN MET 120 PK
AANTAL OMW/MIN. 1000/1500



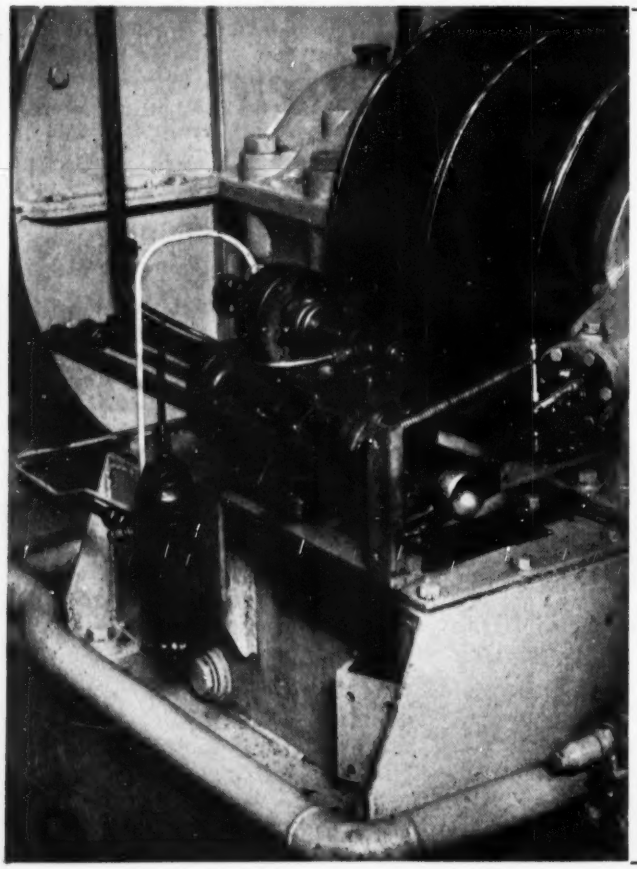
Type 8-GS-108
120 pk.

Voor aandrijving van:
COMPRESSORS
DYNAMO'S
POMPEN ENZ.

KROMHOUT

KROMHOUT MOTOREN FABRIEK D. GOEDKOOP Jr. N.V.
Ketelstraat 2 AMSTERDAM Telefoon 61611
Vertegenwoordiger voor Indonesië: Gebr. van SWAAY.

1220-1



VULCAN SINCLAIR

regelbare vloeistofkoppelingen type ST9, grootte 18 werden toegepast voor de aandrijving van de ketelvoedingpompen van 800 P.K. 2930 omw./min.

★

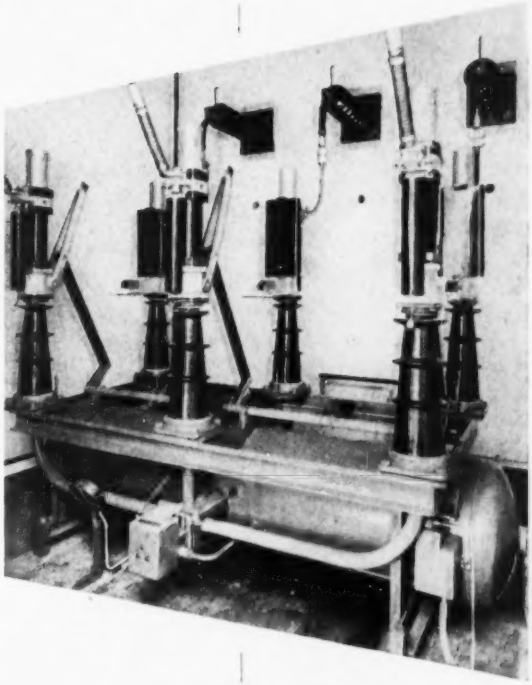
Alleenvertegenwoordiging:

A. DE JONG TH. N.V.

's-GRAVENDIJKWAL 149—151,
TELEFOON 35164 (3 lijnen)
ROTTERDAM

BROWN BOVERI

Drukluchtsnelschakelaars



Schakelcel van de 50-kV-schakelinstallatie aan de Centrale Hemweg van het Gemeente Energiebedrijf te Amsterdam:
met drukluchtsnelschakelaar:

type	DBG60m1500
nom. spanning	60 kV
nom. stroomsterkte	1000 A
afschakelvermogen	1500 MVA.

De 32 velden van de installatie zijn met deze schakelaars uitgerust.

E. M. ELECTROSTOOM N.V.
Postbus 301 - Rotterdam - Tel. 82720

Ook in de electrische centrale Hemweg vindt men onze telefonie-apparatuur.

De schaakkubus van professor Kogbetlianz in New York telt acht maal zoveel velden en stukken als het normale schaakbord. Het toch reeds grote aantal schaakproblemen wordt in deze kubus tot in het oneindige vergroot – maar schrikt toch zijn maker geenszins af. Integendeel. Want de denker telt de problemen slechts als mogelijkheden, als nieuwe wegen.

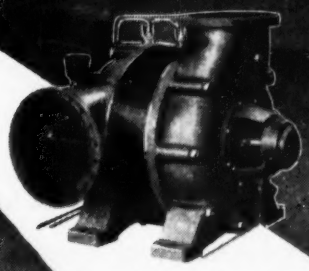
Zo vergaat het ook de denkers op het terrein van de automatische- en lijntelefonie. Zij wijden zich aan een problematiek welke te vergelijken is met het verbijsterend moeilijke spel van Kogbetlianz. Hun instelling vindt men in de laboratoria van Philips' Telecommunicatie Industrie v/h NSF, te Hilversum; hun resultaten in de apparatuur en de installaties die zij ontwierpen en die over de gehele wereld erkenning vinden.

schaken in de ruimte

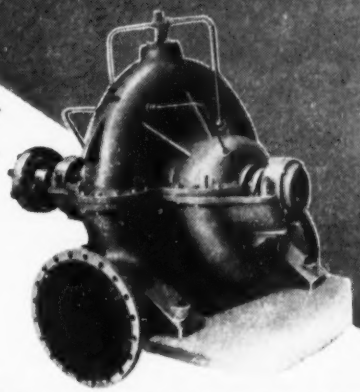
RADIO COMMUNICATIE, TELEVISIE, AUTOMATISCHE TELEFONIE, LIJNTELEFONIE, RADAR

1354-F

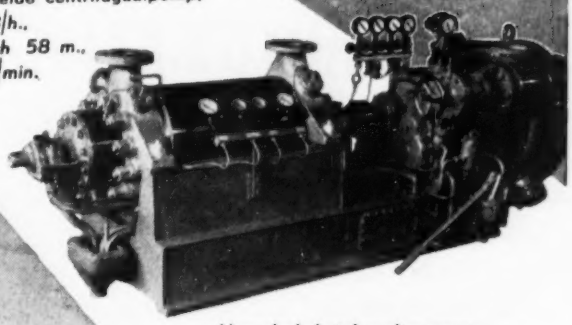
HALBERG
pompen



Hogedruk centrifugaalpomp,
cap. 2500 m3/h.,
man. opvoerh. 280 m.,
1450 omw./min.



Horizontaal gedeelde centrifugaalpomp,
cap. 3600 m3/h.,
man. opvoerh 58 m.,
970 omw./min.

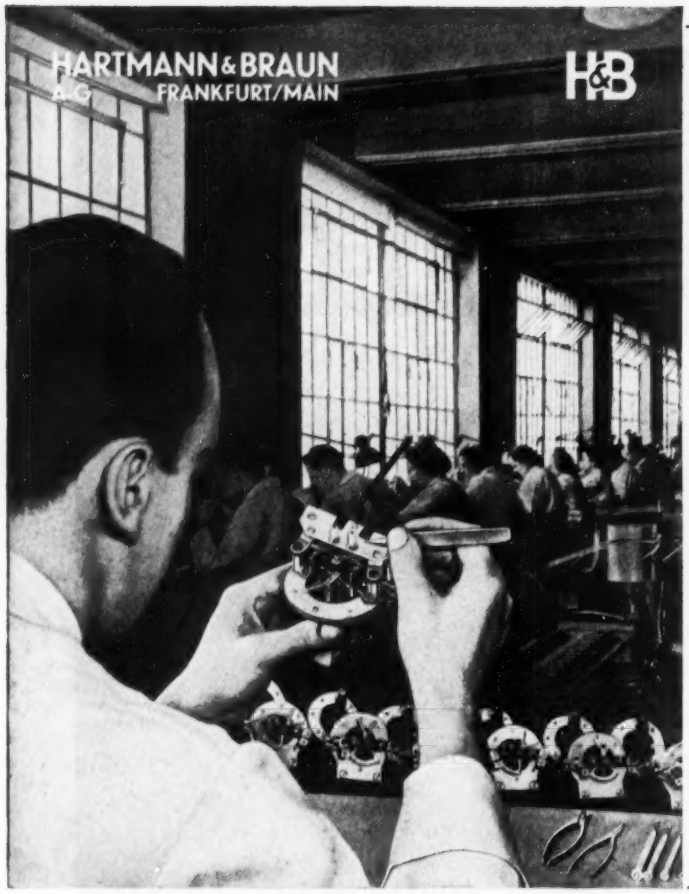


Hogedruk ketelvoedingpomp,
cap. 80 ton/h., 120 ato,
2950 omw./min.

Halberg-pompen
leverbaar in elke
gewenste capaciteit
en voor alle bedrijfs-
omstandigheden.
Hogedrukpompen in stan-
daard-uitvoering.
Lagedrukpompen in standaard-
uitvoering.
Ketelvoedingpompen, uitgevoerd tot
250 ato en aandrijfvermogen van 3000 pk.
Hogedrukcirculatiepompen voor ketelinstallaties.
Pompaggregaten voor condensorinstallaties.
Schroefpompen tot de grootste capaciteit.
Diepwelpompen.
Pompen in speciale uitvoering voor de chemische
industrie.
Pompen voor het verwerken van dikke vloeistoffen.
Zuigercompressoren tot meer dan 1000 ato.

70 JAAR ERVARING IN POMPENFABRICAGE

N.V. MACHINEFABRIEK C. MATERS BEVERWIJK - TEL. 3141



In laboratorium en bedrijf

in de electrotechniek, in de warmtetechniek, in de chemische industrie worden aan de meet- en regeltechniek steeds hogere eisen gesteld

Wij verlenen vrijblijvend advies

N.V. v/h RUHAAK & Co.

DEN HAAG, Korte Vijverberg 4
Telefoon 115744

1402

Sinds 1933

installeerden wij in Nederland voor ca.
150 grote en kleine stoomketels een

HAGAN AUTOMATISCHE KETELREGELING

en verder talrijke regelingen voor:

Stoomdrukreductie — Stoomtemperaturen
Stoomkoeling — Waterniveau
Pompdruk — Vliegasvangers
OVENS enz.

Ook in Uw bedrijf zal:

de stoomprijs dalen,
het ketelrendement stijgen,
de onderhoudskosten verminderen,
indien U een HAGAN automatische verbrandingsregeling aanbrengt.

Vraagt hiertoe inlichtingen aan:

Hollandsch Ingenieurs Bureau HIBRO
LUIKSESTRAAT 23 — DEN HAAG — SCHEVENINGEN.

Vertegenwoordigers en Installateurs voor de Benelux-landen der HAGAN automatische regelinstallaties.

N.V. v/h STAAL & CO - AMSTERDAM

LOOIERSGRACHT 10

leverde aan de
Centrale Hemweg

★ **Electrische lichtinstallaties**

Meetpanelen - Meetleidingen

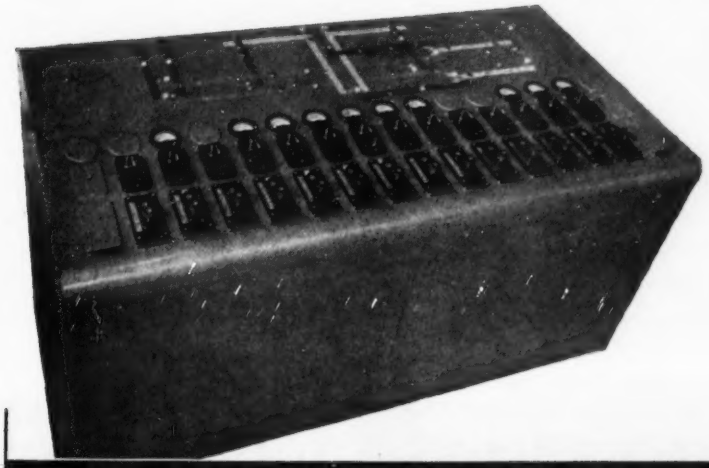
Constructiewerk - Kabelbanen

ROUX-COMBALUZIER Electrische lift

MODAVE Natte Vliegasvangers

Bauduin

denkende Igranic lessenaar



regelt het kolentransport in de nieuwe Centrale Hemweg.

Daar moet men niet gering over denken: bij volle belasting ruim 300 ton kolen per uur, getransporteerd over 4 tot 6 banden.

Indien men zich voorstelt wat een stagnatie of een verkeerde bedrijfsgang hier betekenen, dan wordt het duidelijk waarom men de keuze op het uiterst bedrijfszekere IGRANIC materiaal liet vallen.

N.V.
Electrische
Apparaten-
fabriek

v/h Van Wijk & Visser

GELDERMALSEN

IGRANIC

Bronswerk-Pijpen voor Centrale Hemweg.

Grote electrische centrales nemen geen enkel risico met hogedrukleidingen. Daarom zijn wij trots op onze leverantie van hogedruk voedingleidingen aan de nieuwe Centrale Hemweg.

Voorts leverden wij

„modave" leidingen
aswater- en koelwaterleidingen
werklucht leidingen

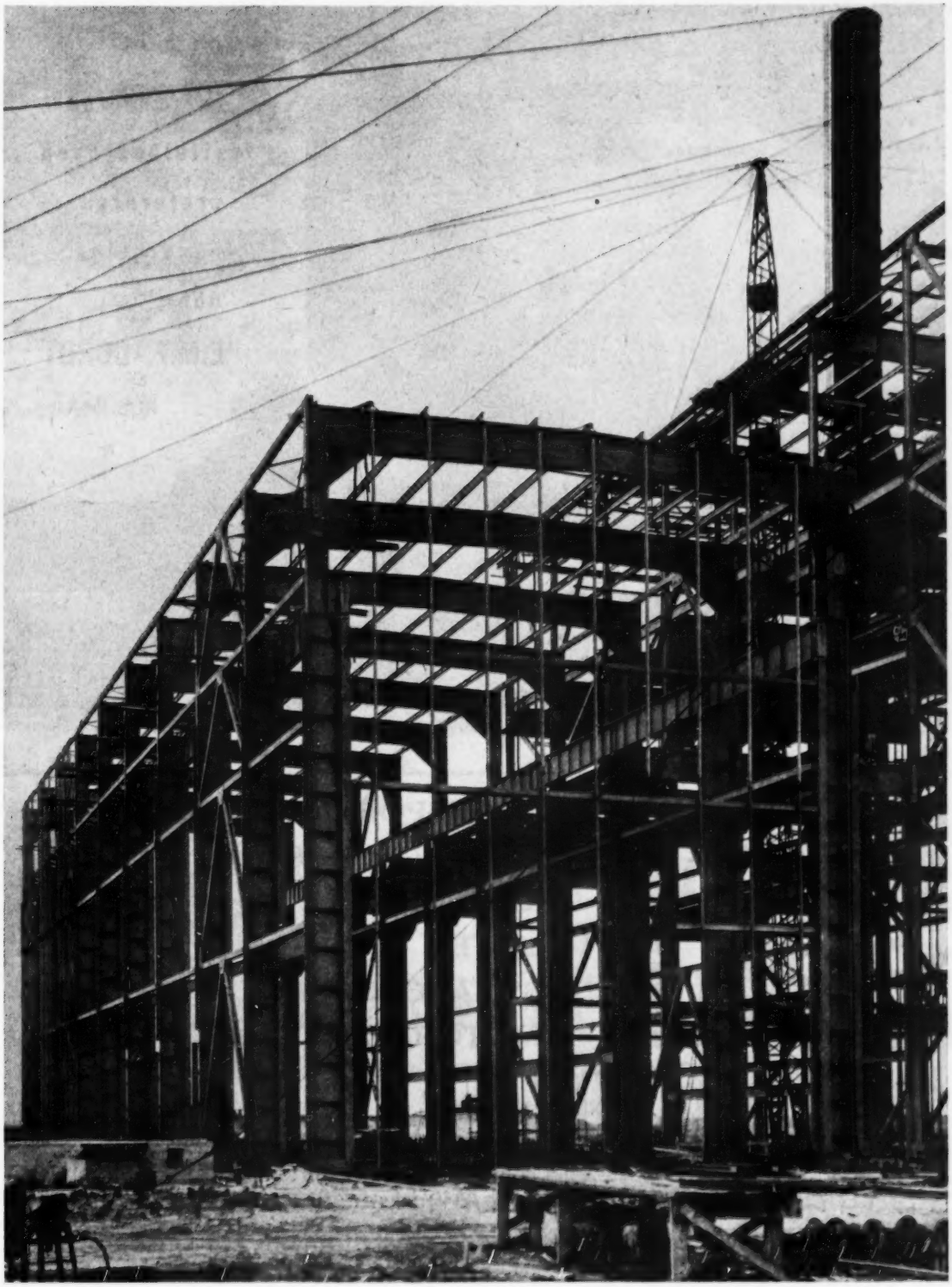
BRONSWERK

Wij zijn specialisten op pijpengebied sinds 1867. In de nieuwe, in 1952 ingerichte fabriek te Amsterdam worden met de modernste machines alle ervaringen van die vele, vele jaren toegepast.

Ook het aandeel, dat de Warmtetechnische afdeling heeft geleverd, mag niet worden vergeten: de complete verwarming en ventilatie van alle bijgebouwen en machinehallen, alsmede de warmwatervoorziening voor de wasgelegenheden.

Baudoin

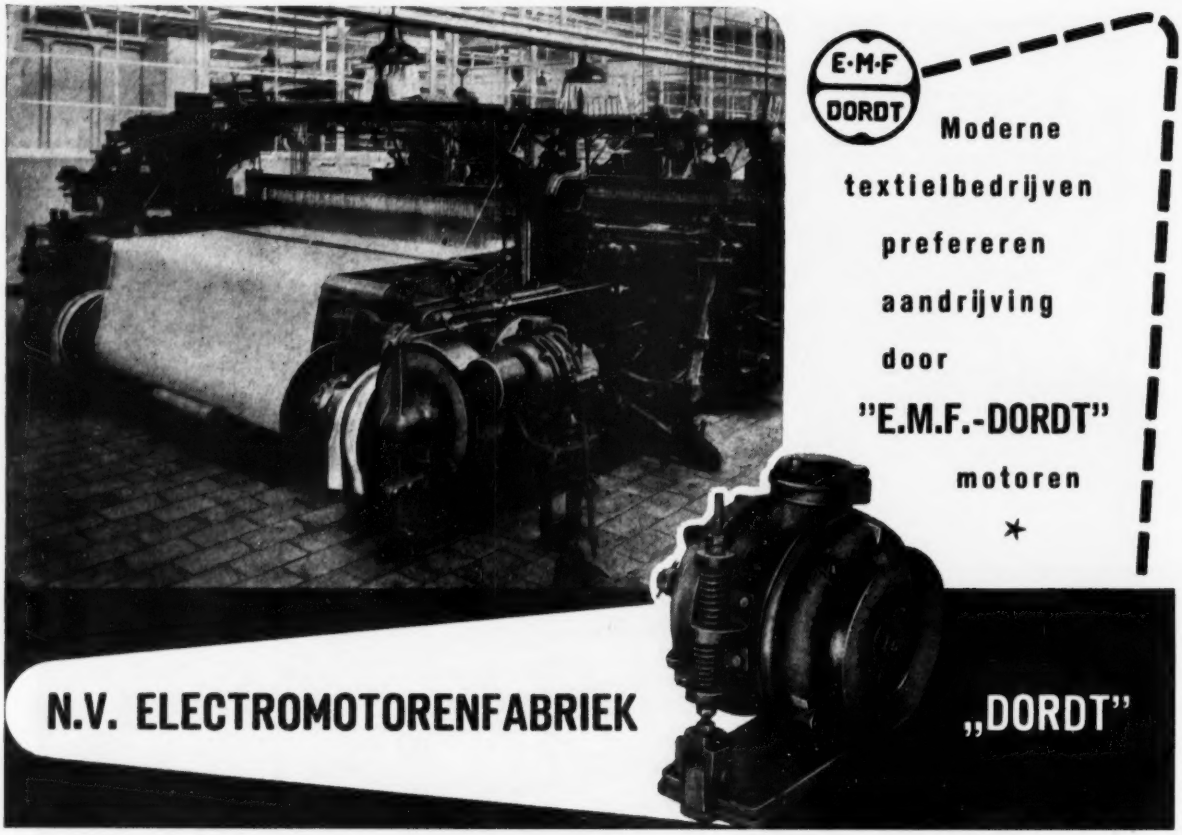
N.V. BRONSWERK - AMSTERDAM



ELECTRISCHE CENTRALE
HEMWEG AMSTERDAM

staalconstructies

DE VRIES ROBBÉ & Co
GORINCHEM



1264

GBS

TRANSPORTINRICHTINGEN
TANDWIELKASTEN
KRANEN
LIFTEN
STAALCONSTRUCTIES
MOTORREDUCTOREN

De platenbandtransporteurs onder de kolenbunkers van de nieuwe Electriciteitscentrale aan de HEMWEG te Amsterdam zijn door ons ontworpen en geheel in onze werkplaatsen vervaardigd

N.V. TRANSPORTWERKTUIGEN- EN MACHINEFABRIEK

TELEFOON
K 5420 - 7845

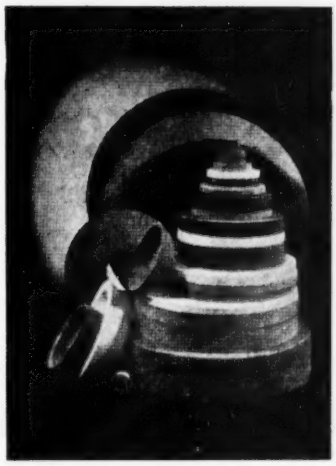
V/H G. B. SANDERS & ZOON

TELEGRAMADRES
„CONVEYOR"

BRIEFADRES: SANDERS - BLEKERSTRAAT - ENSCHEDE

991

1064



Slijpschijven voor elk doel

VOOR HET SLIJPEN VAN

SNELDRAAISTALEN GEREEDSCHAP

ALS FRAISEN, RUIMERS ENZ., LEVEREN WIJ ONZE

ALOXITE „AA" SLIJPSCHIJVEN

DEZE SCHIJVEN ZIJN O.A. OOK UITMUNTEND GESCHIKT VOOR HET **VLAKSLIJPEN** VAN GEHARD STAAL EN SNELDRAAISTAAL, HETZIJ HET VLAKKE SCHIJVEN, KOMSCHIJVEN OF SLIJPCYLINDERS BETREFT.

TECHNISCHE HANDELSONDERNEMING „CARBORUNDUM-ALOXITE"

GROOTHANDELSGEBOUW — WEENA 723 — TELEFOON 119590

ROTTERDAM-C

ALLEENVERTEGENWOORDIGERS VOOR NEDERLAND VAN

THE CARBORUNDUM COMPANY, NIAGARA-FALLS (N. Y. — U. S. A.)

EN HAAR BEIDE

EUROPESE FABRIEKEN

1267

Elke Amsterdammer

2500 kWh per jaar

★ ★ ★

Voorstel werd besluit, besluit werd plan, plan werd staal en steen. 8 Schoorstenen, elk even hoog als de Westertoren, arceren nu de hemel boven de Hemweg. En straks worden het er 16... Amsterdam kan gerust zijn: tot in een verre toekomst is een productie van 2500 kWh per Amsterdammer per jaar verzekerd! Voor smering en koeling der turbines in de nieuwe Centrale Hemweg werd "SHELL TURBO" Olie gekozen.

SHELL

SHELL NEDERLAND N.V.

Wassenaarseweg 80, 's-Gravenhage

Telefoon 18.34.00

„FERROCAL"

kokers, kanalen, kappen voor ventilatie, verwarming, afzuiging enz.

DOESBURG - TELEFOON 305

GEWAPEND ASBEST CEMENT

1152

HAAGSCHE MODELMAKERIJ W. A. G. VAN BEEK

Modellen voor alle soorten GIETWERK
GIPSMODELLEN
ALUMINIUM MATRIJZEN
MAQUETTES

Lijnckerstraat 4-6 - 's-Gravenhage - Tel. K 1700-335387

1319

Hemweg Centrale-Amsterdam

één van de vele nieuwe electrische centrale's en natuurlijk

ook hier weer

SCHOKBETON

Voor de constructie van Noord- en Zuidgevels leverden wij Schokbeton bekledingsplaten en -ramen met een totale oppervlakte van 12.100 m².

n.v. SCHOKBETON

Hoofdkantoor
ZEIST
Postbus 63
Tel. K. 3404-5241

Fabrieken te
Zwijndrecht
Kampen en
Elburg.

1359

INDUSTRIEMAGNETEN

Steinert-Elektromagnetbau

Ingenieurs - bureau
J. LEENAARS
Beek bij Nijmegen
Tel. 230 (K 8805)

Opspanplaten-magneettrommels.
IJzerafscheiders-lastmagneten.
Tot de grootste afmetingen.

1084

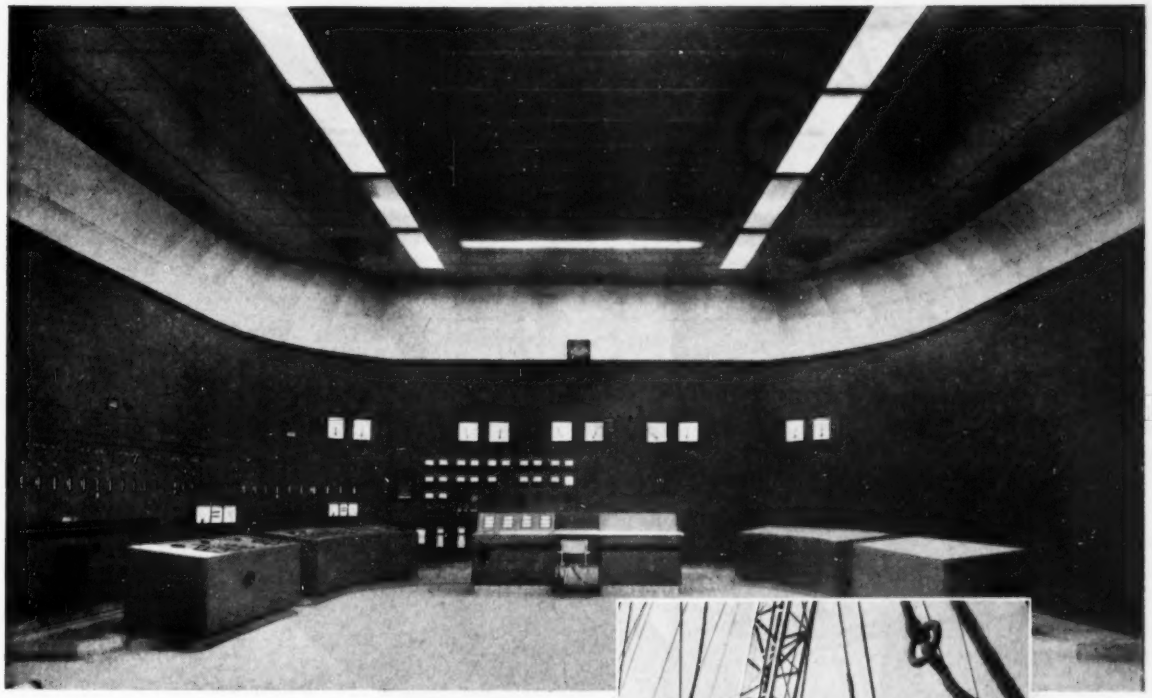
METAALDRAAIERIJ

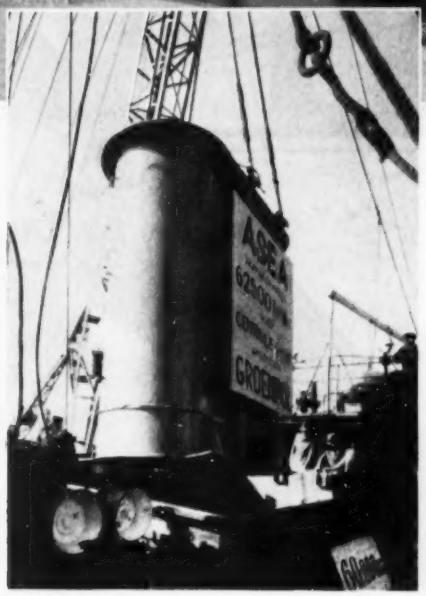
J. J. SCHUTZ — TEL. 323 — DELFT

Revolverdraaibank tot 52 m.M. ø.
Automaatdraaiwerk tot 42 m.M. ø.
Normaaldraaiwerk tot 3 M.

Boren en hohnen van cilinders.

1071





Meer—licht—zal schijnen

wanneer de avond valt over Nederland. Over onze wegen, onze wateren en over onze onweerstaanbaar groeiende steden....

Eer, vreugde en verantwoordelijkheid brengt het om in belangrijke mate te mogen bijdragen aan de bouw van Neêrlands nieuwe, grote electriciteitsfabrieken.

Aan de Centrale Hemweg leverden wij:

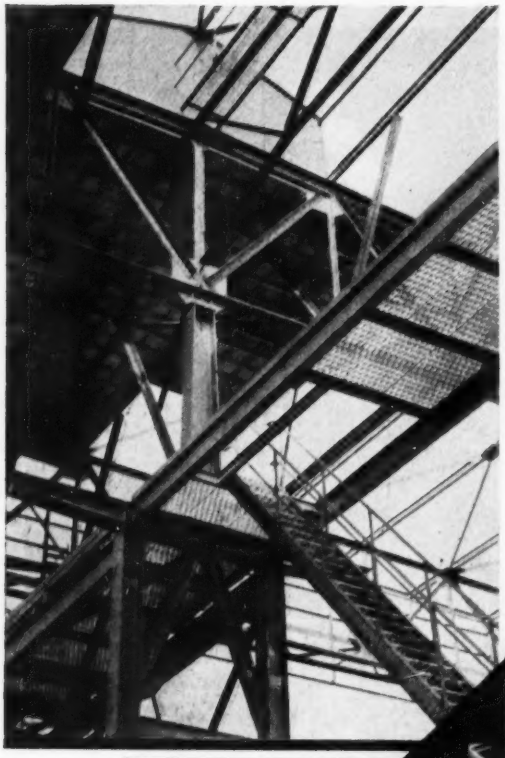
Schakelwacht
Machinetransformator 62,5 MVA
2 Transformatoren voor eigen bedrijf van 6 MVA elk
11 Avostaat-gelijkrichters
Diverse kabelrekken
Gedeelte verlichtingsinstallatie

Groenpol

GROENEVELD, v. d. POLL & CO's
electrotechnische fabriek n.v.

AMSTERDAM
ROTTERDAM
WORMERVEER
GRONINGEN

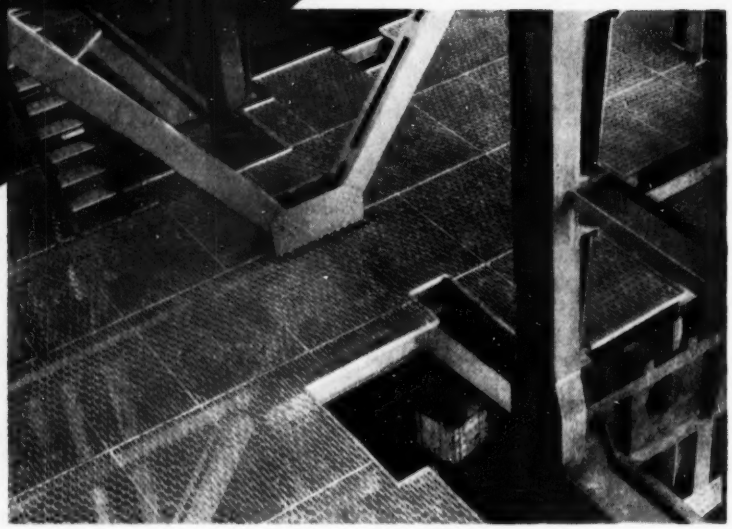
Bauduin



Kolenpark
Hemweg
Centrale-

Thielco

leverde in opdracht van
Publieke Werken, A'dam
de Stalen Roostervloeren
ten behoeve van de
„Hemweg Centrale"



Stalen Roostervloeren

Tevens geleverd aan .... P. G. E. M Centrale Nijmegen
P. Z. E. M Centrale Vlissingen
P. E. N. Centrale Velsen-Noord
Centrale Hengelo

VERKOOPKANTOOR DER
VIC VAN THIEL STAALINDUSTRIE N.V. REUVER-LIMBURG

N.V. V/H C. VAN KOOTEN, BUSSUM TEL. K 2959 6378-7193

ÓÖK in de

Electrische Centrale Hemweg

de nieuwe Centrale van het Gemeente-Energie Bedrijf te Amsterdam, worden de

Isolatiewerken

van de

B & W Ketels

Turbine-Installaties

Verdamper-Installaties

H.D.-Stoom

L.D.-Stoom

Voeding

Rookgas

Luchtleidingen

enz.

uitgevoerd door

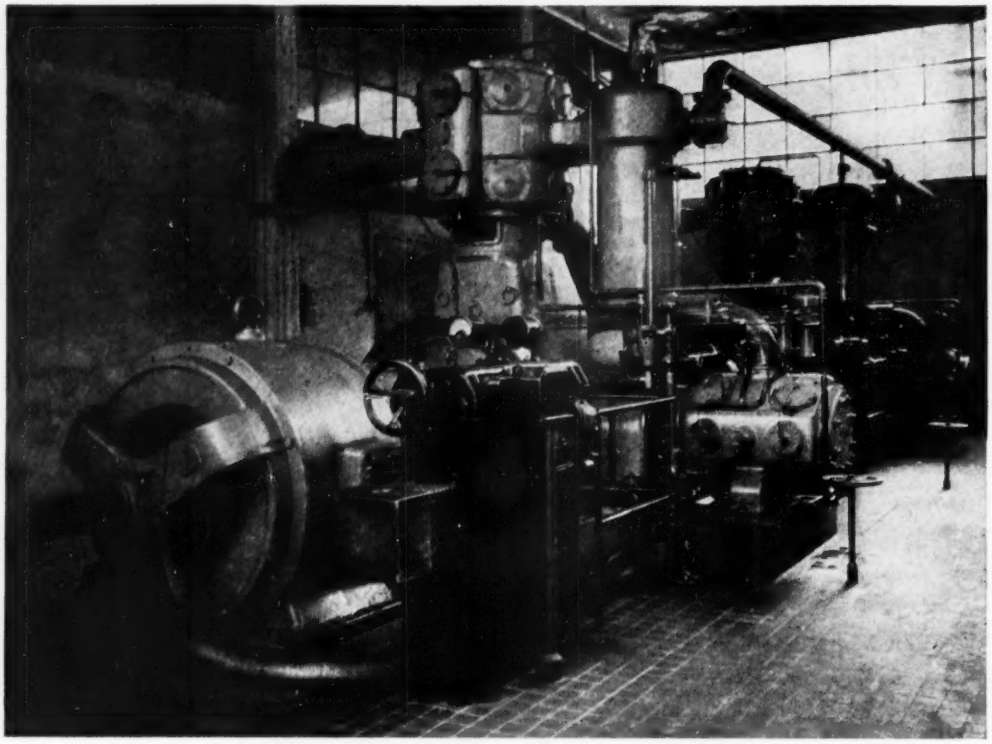
Firma WEBER

ROTTERDAM

Mariniersweg 71, Telefoon 29613 (3 Lijnen)

Amsterdam — Antwerpen

Leveranciers van alle soorten Isolatie-materialen,
Distributor voor Nederland, België en Luxemburg van Owens-Corning
Fiberglas-*materialen voor warmte-koude en geluidsisolatie*



2 st. „Atlas" compressor aggregaten type AR 7, elk 240 kw.

GELEVERD IN HOLLAND

Atlas Diesel

Compressoren

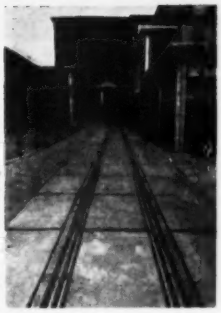
STATIONNAIR
TRANSPORTABEL
KLEIN

Pneumatische Werktuigen

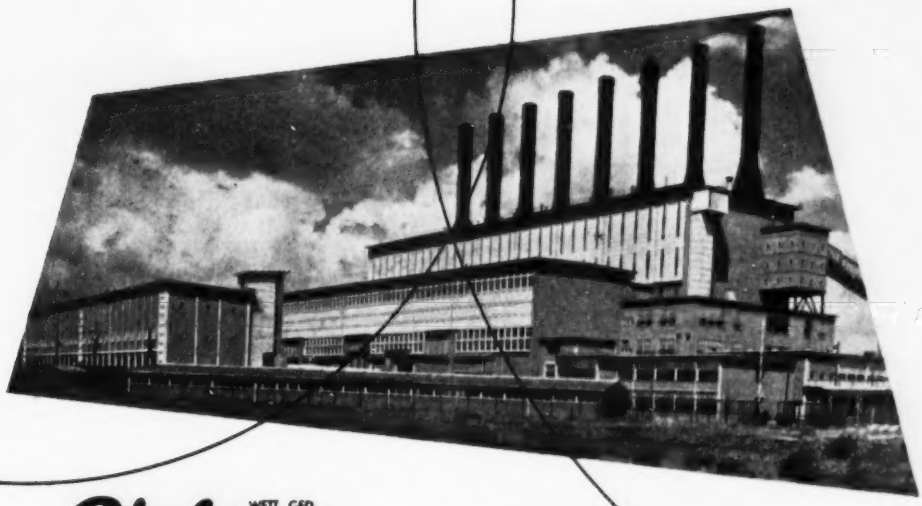
★

ADRES: N.V. Holland Atlas, tel 35191
Breevaartstraat 48, Rotterdam

1203

Zowel voor binnen **als**  **buiten**

gaf men ook bij de nieuwe Centrale Hemweg te Amsterdam de voorkeur aan



Stelcon WETT. GED. **bedrijfsvloeren**

Meer en meer komt men tot het inzicht, dat de vloer niet alleen beschouwd moet worden als een deel van het gebouw, doch als een essentieel onderdeel van het productieproces.

Een sterke, vlakke (en vlakblijvende) vloer bevordert een snel transport, voorkomt slijtage aan rijdend materieel en stagnatie in het bedrijf, veroorzaakt door herhaaldelijke vloerreparaties.

Stelcon bedrijfsvloeren

- sterk
- vlak
- vlakblijvend

Libra 5114

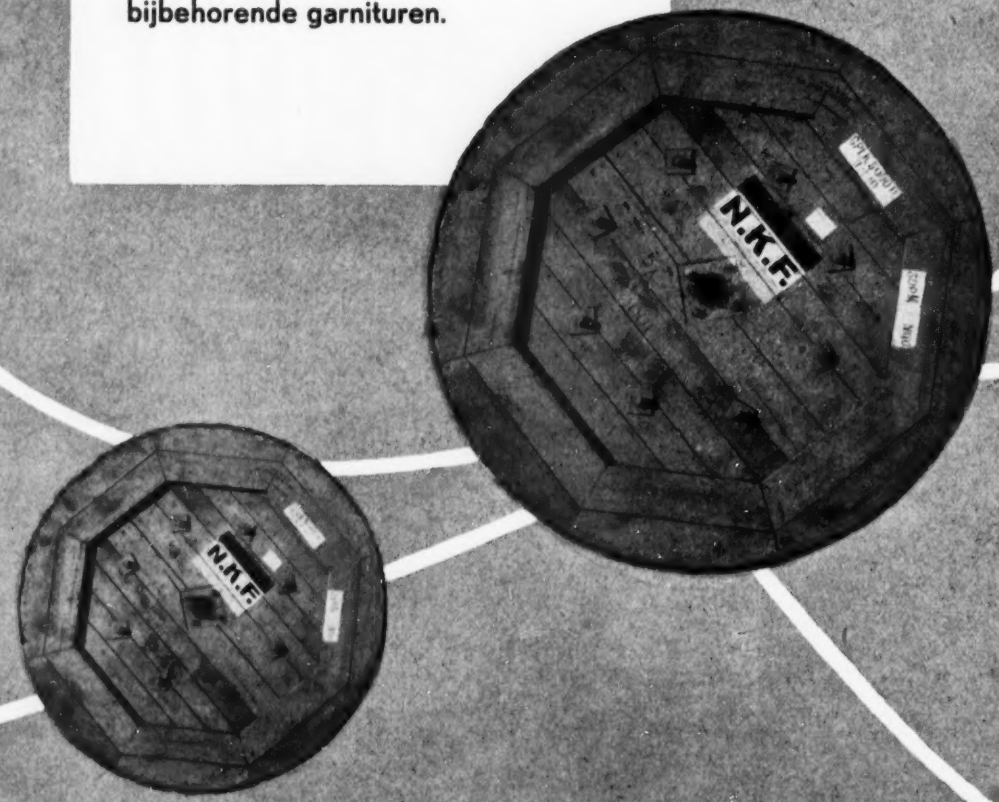
N.V. Betonfabriek **DE METEOOR** De Steeg Tel. Velp K 8302 - 3344

Indonesië: Koopman & Co., Postbox 169, Djakarta - Telefoon: Kota 1363 en 668

Caraïbisch Gebied: Curaçao Trading Company S. A. Willemstad (Curaçao)

1283

Aan de totstandkoming van de nieuwe Centrale Hemweg hebben wij mogen medewerken door de levering van 50 kV hoogspanningskabel en de bijbehorende garnituren.



N.V. NEDERLANDSCHE KABELFABRIEK · DELFT

N K F

STAPEL

DE INGENIEUR

W. WERKTUIG- EN SCHEEPSBOUW 12.

620.4 : 621.311.22 : 621.311.17

Het mechanische deel van de Centrale Hemweg [1)]

door ir L. VOS
Directeur van het G.E.B. Amsterdam

Summary: *The mechanical part of the powerstation Hemweg (Amsterdam).*

A survey is given of the regulations and restrictions made by the government in relation to the erection of this new powerstation under the circumstances of national revival prevailing after the war.

The economic unstability has led to a solution by which priority was given to the availability over the highest thermal efficiency obtainable.

To realize the best possible free from dust handling of the coal and to effectuate the easiest conditions of burning, the coal store is covered. The additional cost of investment are paid by the save of coal and increase in efficiency.

A description is given of some of the details which have been adopted to reach the most reliable operation.

Special attention is asked for the fulfilment of the condition made by the government that the national industry should take part to the highest degree in the construction of the technical equipment.

De Centrale Hemweg is een van de eerste centralen, voor de bouw waarvan de plannen direct na de oorlog aanhangig zijn gemaakt. De financiële ontreddering van de eerste na-oorlogse jaren maakte het noodzakelijk, dat hierin tal van autoriteiten werden gekend. De kosten van de bouw van een dergelijke centrale waren nog onbekend en men kon dus niet veel anders doen dan gissingen maken. Desalniettemin was het duidelijk, dat met de oprichting van deze centrale een groot bedrag zou zijn gemoeid.

De gemeenteraad van Amsterdam verenigde zich met de bouw van een nieuwe centrale en voteerde daarvoor een bedrag van *f* 60.000.000. Het lag in de bedoeling hiervoor een gebouwencomplex, koelwaterkanalen en een kolenloswal te bouwen voor een geïnstalleerd vermogen van 200 MW van een zodanige inrichting, dat daaruit een centrale van ten minste 400 MW zou kunnen worden ontwikkeld. In dit bedrag was begrepen de technische uitrusting voor een productievermogen van 100 MW.

Voor de verwezenlijking van deze centrale was, zoals gezegd, een gehele reeks van goedkeuringen nodig en het was zeer moeilijk deze te verkrijgen, omdat vele autoriteiten in het jaar 1947, ondanks het feit dat allerwegen over industrialisatie werd gesproken, nog niet inzagen, dat de tijdige vernieuwing en aanvulling van het productievermogen der electrische centralen daarvoor een gebiedende noodzakelijkheid was.

Uiteraard verkeerde het Departement van Economische Zaken door de voorlichting van de Directeur-Generaal van de Energievoorziening niet in twijfel omtrent deze noodzakelijkheid, doch deze twijfel was wel aanwezig bij de Departementen van Binnenlandse Zaken en Financiën, zodat een lange reeks van besprekingen nodig is geweest om de toestemming van deze departementen te verkrijgen, waarmede evenwel de moeilijkheden nog niet waren opgelost, omdat toen nog de vergunning nodig was van het Departement voor Wederopbouw en Volkshuisvesting.

Aan de toestemming van de Departementen van Binnenlandse Zaken en Financiën waren een drietal voorwaarden verbonden, t.w.

1) Het tempo van de bouw van de centrale moest aan de noodzakelijkheid worden aangepast, zodat de investering zo gering mogelijk zou zijn.
2) Er moesten zoveel mogelijk opdrachten bij de binnenlandse industrie worden geplaatst.
3) Er moest een studie worden gemaakt omtrent de vraag of vloeibare dan wel vaste brandstoffen zouden dienen te worden gebruikt.

Het opzetten van de onder 3) bedoelde studie was echter vrijwel onmogelijk. De bevoorrading van Nederland met vaste en vloeibare brandstoffen en de prijzen welke daarvoor werden bedongen waren geheel onderworpen aan de regeringspolitiek, zodat op economische basis geen becijferingen waren te maken. Deze voorwaarde is in het jaar 1948 ingetrokken, onder mededeling dat te verwachten was, dat voor stationnaire bedrijven vloeibare brandstoffen altijd veel duurder zouden komen dan vaste brandstoffen, en opdracht werd gegeven om deze centrale voor vaste brandstoffen in te richten.

In die tijd dacht men nog niet aan het Schuman-plan en meende men, dat de situatie op de kolenmarkt voldoende was opgeklaard. Nu evenwel met het Schuman-plan gemene zaak wordt gemaakt om goede zaken te doen in de kolen, is de prijsverhouding tussen vaste en vloeibare brandstoffen zo weinig zeker, dat de gedachte om de electriciteitsvoorziening voor een vrij belangrijk gedeelte door middel van vloeibare brandstoffen te doen geschieden wederom opdoemt.

De moeilijkheden bij het verkrijgen van de toestemming van regeringswege geven reeds een denkbeeld van de

[1)] Voordracht gehouden voor de Afdeling voor Werktuig- en Scheepsbouw op 12 Mei 1953 te Amsterdam.

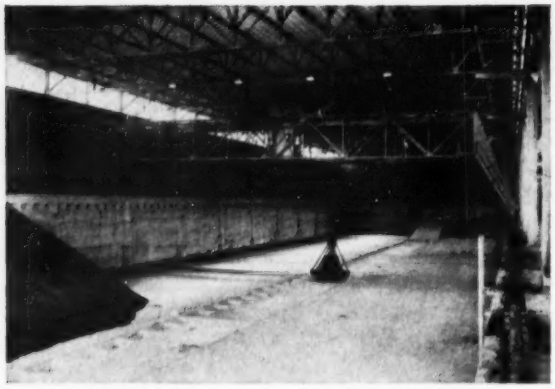


Fig. 1. Kolen-opslagloods met grijperkraan.

economische moeilijkheden waarin wij verkeerden, toen de beslissing voor het bouwen van de nieuwe centrale moest vallen. Behalve de vele financiële onzekerheden waren ook de economische onzekerheden in het verwoeste Europa buitengewoon talrijk. Er was slechts één zekerheid, nl. dat het bouwen van deze centrale een belangrijk aantal jaren in beslag zou nemen en dat na verloop van die tijd noodzakelijk nieuwe aanvulling van de productiemiddelen moest hebben plaats gehad. Hoe meer Nederland er in zou slagen de weg der industrialisatie op te gaan, hoe dringender het zou worden dat van den beginne af aan op de bedrijfszekerheid van de kWh-productie van deze centrale moest kunnen worden gerekend. Het was ons daarom duidelijk, dat wij de weg van technische avonturen moesten mijden en moesten streven naar een oplossing voor het verkrijgen van gezonde kWh en rustige avonduren. Daar wij de technische vooruitgang bij de inrichting van dit bedrijf niet geheel en al uit het oog wilden verliezen, hebben wij voortgebouwd op de ervaring, opgedaan aan Centrale Noord, en hebben wij met behoud van de bedrijfsdruk en de ketelgrootte alleen besloten een temperatuur van omstreeks 500° te kiezen. Deze centrale bouwt dan ook voort op Centrale Noord en daarom is Uw grote belangstelling voor deze centrale des te verwonderlijker, omdat hier niets zal worden gevonden, waarop de overtreffende trap kan worden toegepast. Deze centrale heeft noch de grootste turbine, noch de hoogste stoomdruk, noch de hoogste temperatuur, noch de hoogste schoorstenen, noch de grootste capaciteit, maar omdat wij toch gaarne in iets de overtreffende trap zouden willen gebruiken, kan ik U wel mededelen, dat deze centrale van de nieuwe centralen het grootste aantal schoorstenen bezit.

Het zal U duidelijk zijn, dat wij bij het behoud van de bekende technische uitrustingen toch ook hebben willen streven naar het beste en wij hebben dit gezocht op het economische terrein der bedrijfsvoering, zodat wij er naar hebben gestreefd deze centrale te ontwerpen naar de volgens onze mening meest practische, doeltreffende en logische opbouw, opdat de bedrijfsvoering op de gemakkelijkste wijze met de minste kosten voor onderhoud en bediening zou kunnen geschieden. Of wij daarin zijn geslaagd, kan helaas niet van tevoren worden aangetoond, omdat de kost voor de baat uitgaat. De weinige maanden waarin wij nu bedrijf hebben gevoerd, geven ons echter reden voor de verwachting dat de baten, welke wij van onze opzet hebben verwacht, verwezenlijkt zullen worden. Definitief kan dit echter eerst worden geconstateerd als de economische levensduur van de centrale is verstreken.

In de voordrachten, welke wij voor U zullen houden ter inleiding van de bezichtiging, zal dan ook de nadruk worden gelegd op de economische zijde van de bedrijfsvoering en ter onderstreping daarvan zullen enige details worden belicht, welke typisch zijn voor de inrichting van onze centrale.

1. Kolen- en astransport

Het kolentransport van een electrische centrale kan tijdens de levensduur van een centrale principieel niet meer worden gewijzigd. Men dient zich dus van den beginne af aan terdege voor ogen te stellen op welke wijze met het kolentransport gedurende de gehele bedrijfstijd van de centrale zal moeten worden gewerkt.

Rekening houdende met de zeer uiteenlopende wijzen van aanvoer, hebben wij geen grotere kranen toegepast dan die, welke aan de Centrale Noord worden gebruikt, opdat daarmede in kleine zowel als grotere schepen kan worden gewerkt.

Bij de groei van de centrale zal het aantal kranen dienen te worden uitgebreid, hetgeen mogelijk is, omdat de loswal zo lang is, dat twee schepen in elkanders verlengde kunnen meren. Het transport is er op gericht, dat de kolen zo nodig met passering van de opslag direct uit het schip in de bunkers van het ketelhuis kunnen worden opgeslagen. De overdekte opslag (zie fig. 1) is voorlopig ingericht voor een totaal kwantum van 50.000 ton. De loodsen worden beladen door middel van transportbanden, waarvan de dwarsband in de loods verrijdbaar is opgesteld op een brug. De kolen worden uit de loodsen getransporteerd door middel van een in een tunnel onder de kolenopslag geplaatste band, die met behulp van een krabmachine wordt beladen.

Ingevolge ons streven alles zo eenvoudig mogelijk te houden, zijn alle banden slechts voor één richting.

Voorlopig is nog niet overgegaan tot het plaatsen van een brekerinstallatie, doch de mogelijkheid om hiertoe over te gaan, indien daaraan behoefte bestaat, is aanwezig, waarbij het principe van eenvoud onverminderd gehandhaafd kan worden. Het hebben van de kolen onder een afdak is door vele bedrijfsgenoten kritisch beschouwd. Aan de kolenkosten heeft men altijd meer aandacht besteed dan aan de kolen zelf. De bedrijfsleider weet evenwel, dat hij niet de bankbiljetten verstookt, die voor de kolen zijn betaald, maar wel de kolen zelf. Wanneer men de economie bij het verstoken van kolen wil opvoeren tot het maximum bereikbare, dan is het een nodeloze bemoeilijking van deze taak, de kwaliteit van de kolen in de opslag eerst zodanig achteruit te laten gaan, dat deze alleen maar met schade aan het rendement kunnen worden verbrand. Reeds jaren hebben wij de voordelen van het ter beschikking hebben van droge kolen ondervonden, voornamelijk in de winter, wanneer grote transportmoeilijkheden moeten worden overwonnen en tegelijkertijd de hoogste belasting van de centrale wordt gevraagd.

Deze overweging heeft ons reeds direct doen besluiten ook bij de Centrale Hemweg een groot kwantum kolen regenvrij op te slaan. Al voortbouwende zijn wij echter tot de conclusie gekomen, dat de eenvoudigste oplossing gelegen was in een volledige overdekking van het kolenpark, waartoe voornamelijk nog de bijkomstigheid aanleiding heeft gegeven, dat rondom onze centrale industrieën van velerlei soort kunnen worden gevestigd, zodat met de omstandigheid rekening moet worden gehouden, dat zich daaronder industrieën zullen bevinden, die van de verspreiding van kolenstof veel hinder zullen ondervinden. Ook wij hebben ondervonden, dat bepaalde indu-

strieën in de nabijheid van een kolenopslagplaats niet te handhaven zijn en als overheidsbedrijf rust dus wel de morele plicht op ons om de kolenstofverspreiding tot een minimum te beperken. De meest kritische gedachte tegen deze mate van ontzien van onze kolenvoorraad gaat uit naar de overkapping. Wanneer men de economische betekenis daarvan wil bekijken, dan dient men na te gaan, hoeveel kolen onder deze overkapping zullen worden behandeld, d.w.z. tijdelijk opslaan, wederom aanvullen, omslaan wegens aanvoer van andere soorten of broei e.d. Het is niet te gewaagd te veronderstellen, dat in normale tijden in een opslagruimte van n ton met 2 n ton per jaar wordt gemanipuleerd. In ons geval betekent dit dus dat, althans in de toekomst, circa 100.000 ton een tijdelijke opslag onder de afdakking zullen vinden. Bij een verbruik van 500.000 tot 800.000 ton per jaar is dit dus een percentage van 20—12½%.

Indien men nu aanneemt, dat het stuifverlies van deze kolen, als zij in de open lucht zijn opgeslagen, $^1/_4$% bedraagt, dan kan men hieruit de conclusie trekken, dat daarmede alleen reeds 250 ton kolen verloren gaan.

Erger is evenwel de achteruitgang in kwaliteit van deze kolen; deze is heel moeilijk te schatten, maar uit jarenlange ervaring weten wij reeds, dat opgeslagen fijnkolen in het natte seizoen zoveel vocht vasthouden, dat dit buitengewoon hinderlijk is voor het transport, voor de dosering in de kolenmolens, voor de maling en ook voor de verbranding, daar deze zeer onregelmatig wordt.

Indien men voor de achteruitgang van het rendement van de ketels met een verlies van ½% rekening houdt, hetgeen zeer gering is, dan stijgt het brandstofverlies reeds tot 750 ton per jaar.

Om de moeilijkheden met deze kolen te ontgaan, mengt men ze wel met andere kolen, doch het resultaat daarvan is, dat het slechte rendement wordt overgebracht op de bijgemengde goede kolen, waardoor eigenlijk het rendementsverlies zich over een grotere hoeveelheid kolen uitstrekt en de werkelijke verliezen derhalve nog meer stijgen.

Buitengewoon veel last veroorzaakt sneeuwval, omdat bij het verladen de ingesloten sneeuw samenklont.

Bij 750 ton kolenverlies per jaar is het geldelijke verlies reeds circa *f* 40.000,—, hetgeen ruimschoots voldoende is om de kosten aan rente en afschrijving van de overkapping te dekken.

De kolen moet men zien als calorieën, verpakt in as en het verbrandingsproces is het vrijmaken van de verbrandingswarmte uit deze as. Dit is op zichzelf genomen reeds een moeilijke taak en het is beslist een nadeel, indien men deze taak nog meer bemoeilijkt door de ballaststoffen, welke met de brandstof worden meegevoerd, met een zeker kwantum water te verhogen.

Het behoud van het rendement rechtvaardigt dus reeds de bouw van een overkapping en de vrijwaring van belendende industrieën voor onnodige kolenstof heeft men dus in feite om niet bereikt.

Een vraagstuk van zeer groot belang is de afvoer van de afvalproducten, i.c. dus de as van de bodem van de vuurhaarden en de vliegas. Indien deze centrale zal worden voltooid tot een vermogen van 400 MW, kan het gewicht aan afvalstoffen, dat bij de toepassing van hydraulische vangers moet worden afgevoerd, tot 1000 ton per dag stijgen. Het Amsterdamse bedrijf is aan stilstaand water gelegen. Ondanks de genomen voorzorgen komt toch een zekere hoeveelheid van de gevangen vliegas in het buitenwater terecht. Ook hier heeft de ervaring ons geleerd, dat wij de vliegas niet moeten afvoeren in de haven, waarin de kolenaanvoer geschiedt en wij hebben daarom een

Fig. 2. Overzicht van ashaven, vliegas- en asbezinkbakken met grijperkraan en decanteur.

speciale ashaven laten aanleggen voor het beladen van de schuiten, die de vliegas afvoeren, welke haven dus geheel en al gelegen is binnen ons terrein en waarvan de aanslibbing een aangelegenheid is, die door het bedrijf zonder bemoeienissen van andere autoriteiten kan worden tegengegaan (zie fig. 2). Ondanks het feit dat wij over deze haven beschikken, zijn toch alle voorzorgsmaatregelen genomen om de vervuiling van deze haven tot een minimum te beperken en daarom wordt de vliegas met het water, dat de vliegas heeft gevangen, eerst naar een decanteur geleid, waarin de vloeistof reeds tot op het 5-voudige wordt ingedikt. De nog gemakkelijk vloeiende materie wordt vervolgens naar nabezinkbakken geleid, welke langs de kant van de ashaven zijn opgesteld. Deze betonnen bezinkbakken zijn boven het terreinniveau geplaatst, teneinde de mogelijkheid te hebben het water dat in de bakken achterblijft op elk niveau van de bak te laten aflopen, zodat de kraandrijver de materie, welke hij moet grijpen, nauwkeurig kan zien. Opgesteld zijn een drietal bakken, waarvan één de geproduceerde vliegas opvangt, de tweede rustig kan bezinken en de derde kan worden geledigd. De as van de bodem van de vuurhaarden wordt naar een diep gelegen bezinkbak getransporteerd, waarheen de as met spoelwater wordt gevoerd, zodat het gebruik van pompen, waarmede de as zelf wordt opgepompt, wordt vermeden. De kraan voor het astransport is een gewone grijperdraaikraan met vaste vlucht, hetgeen het voordeel heeft, dat de grijper steeds op dezelfde afstand vanaf het kraanportaal over de rail zwaait. Om de vervuiling van de rails en daarmede het slijten van de kraanwielen te voorkomen, zijn aan het kraanstel twee uithouders gemaakt, die de rail tegen neervallende vliegas beschermen.

2. Inrichting voor bedrijfsgebruik

Veel zorg is ook besteed aan de uitrusting voor het bedrijfsgebruik. De motoren zijn vrijwel alle gesloten met mantelkoeling of met in het circuit ingebouwde koelers.

De schakelapparatuur is ondergebracht in aparte ruimten, zodat het onderhoud daarvan en van de bijbehorende beveiligingsapparatuur geheel kan geschieden overeenkomstig de eisen en zonder dat het aldaar werkzaam zijnde personeel gehinderd wordt door de overige bedrijfsvoering.

3. Gevelconstructies

Voor de gevels is een constructie gevolgd van schokbetonplaten, bevestigd op stijlen in de ijzerconstructie. Ook hier is gestreefd naar het goedkoopste onderhoud

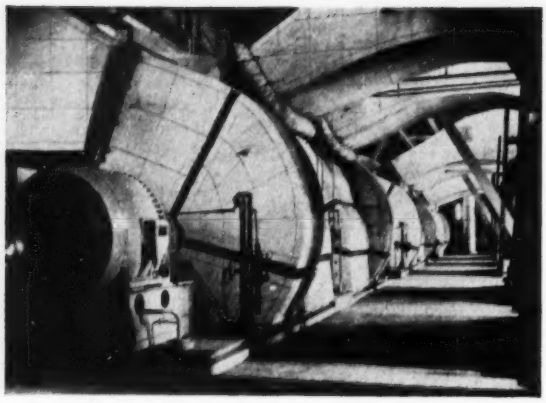


Fig. 3. Opstelling rookgasventilatoren op ventilatorenvloer op 30 m hoogte in het ketelhuis.

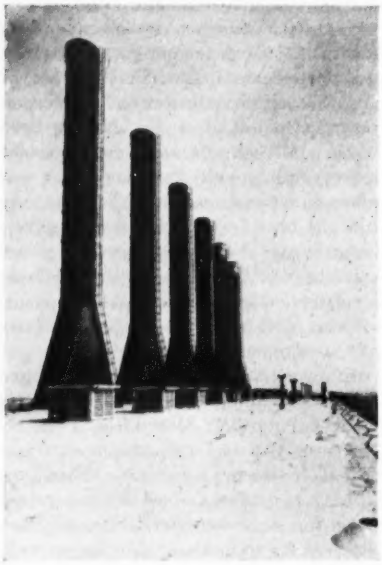


Fig. 4. Stalen schoorstenen, 40 m hoog op het dak van het ketelhuis.

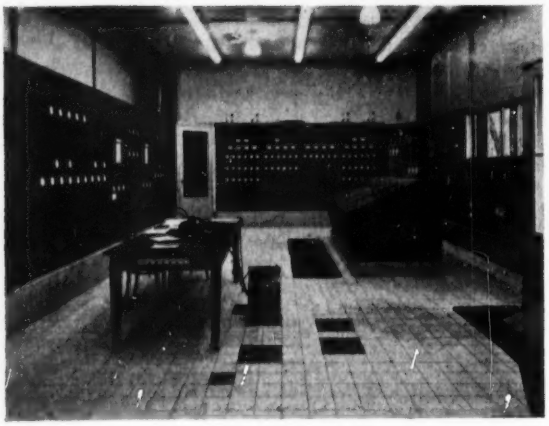


Fig. 5. Centrale bedieningsruimte.

door de toepassing van smalle ramen. Deze ramen zijn 1 m breed gehouden en er is reeds op gelet dat zo min mogelijk kosten zullen ontstaan, indien t.z.t. de maatregelen voor de bedrijfsbescherming ingevolge de Wet Bescherming Burgerbevoking tot uitvoering zullen moeten worden gebracht. Tegen de versterkte randen van de betonelementen kunnen dan de platen worden vastgezet, zonder dat enig materiaal daarbij verloren gaat. Ook voor de ramen van de machinezaal zijn dergelijke mogelijkheden onder ogen gezien, doch met het oog op de architectonische lijn was consequente doorvoering daar niet zo goed mogelijk als bij het ketelhuis.

4. Ketels

Over de ketels en kolenmolens behoef ik niet nader in detail te treden. De hoofdlijnen van de constructie zijn een ieder volkomen bekend. Kenmerkend voor onze ketels is de plaatsing van de passage door de oververhitter en door de economiser naast elkander, zodat het mogelijk is, de oververhittingstemperatuur te regelen met behulp van kleppen, die achter de passage door de oververhitter en door de economiser zijn geplaatst. Deze constructie wordt reeds sinds 1938 door ons toegepast en heeft het grote voordeel, dat ze zeer eenvoudig is. In verband met de gestegen temperatuur van het voedingwater en van de stoom is bij een dergelijke regeling te vrezen, dat vrijwel alle gassen de oververhitter moeten passeren en tijdens de passage door de oververhitter onvoldoende zullen worden afgekoeld. Daarom is de economiser voor een gedeelte in deze passage na de oververhitter gelegd.

De luchtverhitters zijn boven de oververhitter en de economiser geplaatst. Ook deze constructie is geheel analoog aan die van Centrale Noord. In afwijking daarvan hebben wij echter besloten de vloer, waarop de luchtverhitters, de lucht- en zuigtrekventilatoren, alsmede de stofvangers zijn geplaatst, te overkappen, waardoor een machinezaal is ontstaan, waarin al deze hulpwerktuigen zijn ondergebracht, hetgeen de opstelling van deze apparaten o.i. zeer ten goede is gekomen, en waarin ook het onderhoud bij elke weersgesteldheid zeer gemakkelijk zal kunnen plaats vinden (zie fig. 3).

Kritisch heeft men ook gestaan tegenover de ijzeren schoorsteen (zie fig. 4). Sommigen geven om aesthetische redenen de voorkeur aan een stenen schoorsteen, anderen vanwege de onderhoudskosten. Ook hier heeft de ervaring ons de weg gewezen, want ijzeren schoorstenen met een bekleding van ozuriet hebben reeds jaren aan Centrale Noord stand gehouden en de schoorstenen, welke in 1928 zijn geplaatst, behoefden na 25 jaar nog niet te worden vernieuwd. Door deze ervaring gesterkt, hebben wij besloten de ketels zo onafhankelijk mogelijk van elkander te maken door ze elk met een eigen schoorsteen toe te rusten, waarmede wederom een factor is geïntroduceerd, die de beschikbaarheidsgraad van de gehele installatie heeft bevorderd.

5. Scheidingswand tussen machinezaal en ketelhuis

Volledigheidshalve maak ik U nog attent op de consequente doorvoering van een scheidingswand tussen ketelhuis en machinezaal. Naar onze opvatting zijn de eisen, die aan beide gedeelten van het bedrijf moeten worden gesteld, zo principieel verschillend, al was het alleen slechts om het feit, dat de ketels grote hoeveelheden lucht behoeven en de turbines niet, dat het voordeel van het hebben van een overzicht over het organische geheel van ketels en turbines te niet wordt gedaan door de nadelen, welke aan het weglaten van deze scheidingswand zijn verbonden.

6. Turbines en hulpwerktuigen

In de machinezaal hebben wij ook enige oplossingen gekozen, die o.i. tot een gemakkelijke bedrijfsvoering en lage onderhoudskosten zullen leiden.

Over de turbine wil ik U alleen als bijzonderheid mededelen, dat hiervoor het driehuizige type is gekozen, dat bij de hoge stoomdruk en -temperatuur zeer betrouwbaar is. De nadelen, verbonden aan de twee extra pakkingbussen, zijn door toepassing van waterdichting op de hoge- en de lagedruk-turbine tot een minimum beperkt. De turbine is uitgerust met een electronische bewakingsapparatuur, waarmede de rustige gang tijdens het aanlopen en de bedrijfsvoering wordt gecontroleerd en de afwijkingen worden geregistreerd.

De machinezaal is geheel gesloten en de ventilatie geschiedt kunstmatig met gefiltreerde lucht, welke van buiten wordt aangezogen en die in de winter kan worden verwarmd. Direct tegen de scheidingsmuur van ketelhuis en machinezaal bevindt zich de bedieningsruimte, waarin slechts die contrôle-instrumenten zijn geplaatst, welke nodig zijn voor het controleren van de continuïteit der electriciteitslevering (zie fig. 5). De instrumenten, welke verband houden met het verloop van de bedrijfsvoering van de turbine resp. die van de ketels, zijn bij deze aggregaten separaat geplaatst.

De gemakkelijke bedrijfsvoering is voornamelijk verkregen door het gebruik van verticale circulatiepompen, die zonder afsluiters met de condensors zijn verbonden.

Voor de luchtafzuiging zijn wij teruggekeerd tot de zeer eenvoudige waterstraalluchtpompen. Het pompaggregaat is ook hier verticaal gekozen, zodat men zowel voor de circulatiepompen als voor de luchtpompen, zonder toepassing van enig hulpmiddel, dit aggregaat in bedrijf kan stellen.

In de machinezaal is een centraal gelegen bordes aangebracht, waarop de voedingwatervoorwarmers zijn geplaatst. Op dit bordes zijn alle afsluiters, welke voor de bediening van deze voorwarmers nodig zijn, gemakkelijk bereikbaar (zie fig. 6).

Uw speciale aandacht wordt gevraagd voor de hogedrukvoorwarmers, die in twee helften zijn gedeeld, waardoor het mogelijk is ze met behulp van een kraan te demonteren.

Alle pijpaansluitingen zijn aan het ondergedeelte aangebracht, zodat voor het inspecteren van de verwarmingsspiralen geen enkele leiding behoeft te worden losgekoppeld.

De inkomende en uitgaande voedingleiding zijn tot in de stoomhelm doorgetrokken en de verwarmingsspiralen zijn tussen deze beide leidingen geplaatst. Door elke slang driemaal heen en weer te leiden, is het aantal aansluitingen aan de beide voedingleidingen zó gering, dat wij van een gelijkmatige distributie van het voedingwater over alle spiralen verzekerd zijn. Deze slangen zijn zodanig aangebracht, dat ingeval zich een lek voordoet, een slang gemakkelijk kan worden uitgenomen en een nieuwe kan worden geplaatst. De gehele constructie in het inwendige is gelast. De slangen zijn vervaardigd van gewoon vloeistaal, waardoor de toepassing van bijzondere materialen en zware boutverbindingen geheel en al is vermeden. Voor het persen op dichtheid kan de druk van de voedingpomp worden gebruikt en de resultaten kunnen bij afgenomen helm direct worden geïnspecteerd.

De voedingpompen zijn eveneens geplaatst op de vloer waar zich de circulatie- en luchtpompen bevinden, zodat geen aparte bediening nodig is. Het toerental van de voedingpompen is geregeld met behulp van hydraulische koppelingen, waardoor de aandrijving met kortsluitmotoren mogelijk is. Door de toepassing van een hydraulische koppeling lopen de voedingpompen bij het aanzetten slechts met een gering toerental, zodat directe inschakeling ook hier zonder bezwaren kan plaats hebben (zie fig. 7).

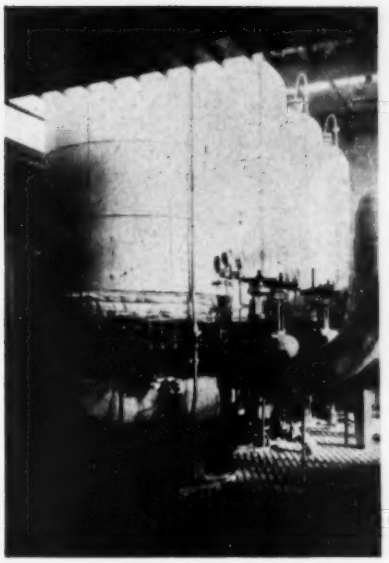


Fig. 6. Opstelling H.D.-voedingwatervoorwarmers.

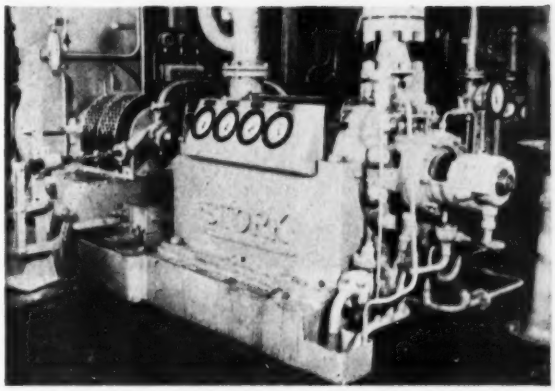


Fig. 7. Ketelvoedingpomp met regelbare vloeistofkoppeling.

Voor de montage en demontage zijn twee kranen aanwezig, één voor een hefvermogen van slechts 15 ton en één voor een hefvermogen van 125 ton. De zware kraan is evenwel ook voorzien van een kat met een hijsvermogen van 45 ton. Ook de kat voor 125 ton, voorzien van dubbel werk, kan op 45 ton worden overgezet. Door deze twee gelijke katten is het keren van turbinehuizen heel gemakkelijk mogelijk. De zware en de lichte kraan hebben beide dezelfde horizontale snelheid met het oog op het inbrengen van de generatorrotor in de stator (zie fig. 8).

Hoewel deze los staan van de mechanische inrichting der centrale, veroorloof ik mij Uw speciale aandacht te vragen voor de kleerkasten voor het personeel. Aan de hogere eisen, welke men tegenwoordig aan de kleedgelegenheid stelt, hebben wij trachten te voldoen door de kasten tweemaal zo breed te maken als vroeger en deze in twee ongelijke helften te verdelen. Daardoor is de brede kant ruim voldoende om de straatkleding op te hangen en de smalle kant geschikt voor het ophangen van de

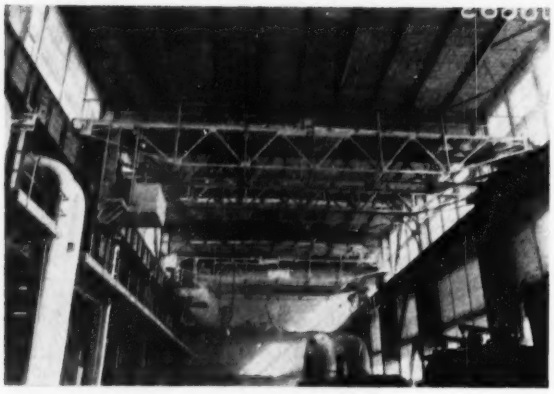


Fig. 8. Turbinehal met montagekranen, resp. 15 t en 125/45 t hijsvermogen.

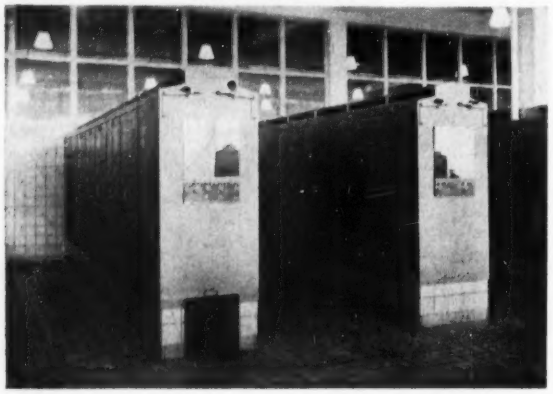


Fig. 9. Kleerkasten in was- en kleedlokaal.

werkkleding. Het middenschot is scharnierbaar, waardoor tevens de gelegenheid is ontstaan een ieder een zitgelegenheid te geven voor het aantrekken van de schoenen, zonder dat het nodig was het gebouw hiervoor uit te breiden. Alle kleerkasten zijn opgenomen in een ventilatiesysteem, waarmede bereikt wordt, dat natte straatkleding bij het verlaten van het werk wederom in droge conditie ter beschikking staat en dat bezwete werkkleding de volgende dag wederom droog kan worden aangetrokken (zie fig. 9).

De gehele inrichting, zowel voor het mechanische als voor het electrische gedeelte, en het gebouw zijn voor zover dit maar enigszins mogelijk was, door de Nederlandse industrie vervaardigd. Door deze opdrachten heeft deze centrale er toe bijgedragen, dat in de moeilijke na-oorlogse jaren talloos velen in de Nederlandse industrie werkgelegenheid hebben kunnen vinden en zodoende medegewerkt aan het leggen van de grondslag voor een verbreding van de industrialisatie van Nederland, waarnaar door de overheid en de particulieren wordt gestreefd.

In het begin van dit jaar is de stroomlevering met deze centrale begonnen en door haar werkzaamheid ondersteunt zij dus het industriële leven. In de reeks van jaren, welke nog voor ons liggen, zal zij voortgaan met deze actieve rol in de industrie te spelen. Wij hopen ook, dat er van dit Nederlandse fabrikaat in de toekomst een zodanige reputatie zal uitgaan, dat het de industrialisatie van Nederland zal stimuleren ten behoeve van datgene, wat deze Nederlandse industrie voor de binnenlandse markt zal kunnen produceren, en bovendien hopen wij, dat deze reputatie er toe zal mogen bijdragen, dat de Nederlandse industrie er in zal kunnen slagen exportmarkten te veroveren, die zij voor de uitbreiding van haar capaciteit nodig zal hebben.

Beraadslaging

De Heer J. S. FRIEDERICH vraagt, of na de thans reeds opgedane ervaring met stalen transportbanden voor het kolenvervoer, wellicht bij een volgend ontwerp rubber transportbanden gekozen zouden worden.

Ir VOS antwoordt, dat de mening inzake stalen transportbanden niet is gewijzigd. Stalen banden zijn geschikt voor vlak en horizontaal transport van kolen, waarbij eenvoudige afstrijkmessen gebruikt kunnen worden. Rubber transportbanden zijn nodig voor opgaand kolenvervoer. Ook deze zijn eenvoudig als de kolen over het eind worden afgeworpen. Voor het onderweg afstorten moet men van afwerpwagens gebruik maken. De stofvrijheid bij gebruik van stalen banden is tegengevallen, doordat zij in bedrijf enigszins „denderen" en fijne kolen, welke officieel te boek staan een grootte te hebben van 0 à 2 mm aan de zijkanten, worden afgeworpen.

Ir A. M. J. HOOGENDAM stelt de vraag of de ketels zowel met kolen als met olie gestookt kunnen worden.

INLEIDER antwoordt, dat hij reeds in de voordracht heeft medegedeeld, dat de regering in 1948 heeft beslist dat alsbrandstof kolen gebruikt dienden te worden. Na de overeenkomsten, gesloten ten gunste van het Schuman-plan, is ook in 1953 de beantwoording van de vraag, met kolen of met olie stoken, uiteraard nog zeer moeilijk, daar men ten aanzien van de marktontwikkeling nog volkomen in het onzekere verkeert. Bij de tegenwoordige prijzen begint het stoken met olie zeer attractief te worden, vooral als de prijzen van minderwaardige kolen relatief te hoog blijven. De technische moeilijkheid om een ketel zowel voor kolen als voor olie geschikt te hebben is gelegen in de luchtdosering. Er dient een principieel onderscheid te worden gemaakt bij de luchtdosering voor kolen van zeer verschillende kwaliteit en voor olie of gas. Zou het gebruik van vloeibare brandstof voor de naaste toekomst rendabel blijken, dan kan men voor een deel het stoken van olie op daartoe direct vervaardigde ketels in overweging nemen.

Ir J. J. C. VAN LIER vraagt:

1. Waar blijft de 1000 t as per dag?
2. Waarom is de bunker aan de buitenzijde?
3. Waarom zijn twee ketels per turbine gekozen en ontstaan geen moeilijkheden wanneer op één ketel wordt overgegaan?

Ir VOS antwoordt:

1. De asafvoer is inderdaad een moeilijk probleem. Door de fabricage van goede kalkzandsteen in Nederland heeft de bouwwereld geen interesse voor de as. De as van de Hemweg-centrale wordt met lichters gebracht naar een terrein bij het Merwedekanaal en aldaar gelost, waarbij zich de gelukkige omstandigheid voordoet, dat de opgebrachte as in de grond verdwijnt. Indien genoemd terrein niet meer ter beschikking zou staan en andere terreinen, waar nog veel water kan worden aangeplempt, op grond van het feit dat zij worden bestemd voor recreatie-doeleinden, niet voor het deponeren van vliegas zullen worden vrijgegeven, zal afvoer naar zee moeten worden overwogen, hetgeen echter een zeer kostbare oplossing zou worden.

2. De bunkers zijn aan de buitenzijde geprojecteerd om

de kolenmolens op een plaats te krijgen waar nog daglicht kan binnentreden. Bij uitbreiding van de centrale met grotere ketels, d.w.z. één ketel per turbogenerator, zal een tussenband moeten worden geprojecteerd, waartoe door een dilatatievoeg tussen beide gebouwen gemakkelijk plaats zou kunnen worden gevonden.

3. Twee ketels per turbine zijn gekozen, omdat dit ten tijde van het ontwerpen van deze centrale nog algemeen gebruikelijk was. Wel is bekend dat de centralen, welke op een latere datum zijn besteld, één ketel per turbine hebben. Dit kiest men omdat het goedkoper is. Of dit op den duur ook goedkoper is, is mij nog onbekend, daar de beschikking over twee ketels het aantal bedrijfsonderbrekingen per eenheid aanmerkelijk reduceert. In deze mening ben ik versterkt door mij medegedeelde ervaringen, dat het zeer grote voorzichtigheid vordert om een eenheid na stilstand weer in bedrijf te nemen en dat de moeilijkheden verreweg het grootste zijn als de turbogenerator 2 à 3 uur buiten bedrijf is geweest. Bij een kleine onderbreking van het ketelbedrijf staat men dus voor deze moeilijkheid, welke bij het bezit van twee ketels kan worden vermeden.

Ir W. J. H. TASCHE vraagt — indien in de toekomst stukkolen ter beschikking gesteld worden — welke plaats de kolenbreker zal krijgen en op welk systeem de keuze zal vallen.

Ir VOS antwoordt, dat met de opstelling van een kolenbreker bij het ontwerp geen rekening is gehouden.

De situatie in Nederland is afwijkend van de omstandigheden in de Verenigde Staten van N. Amerika. In Europa (Nederland) worden de kolen reeds aan de mijn gebroken. Zelfs in de onrustige tijden welke achter ons liggen, kan men de aanvoer van stukkolen op niet meer dan 10% stellen. In Amerika moet echter ongeveer 100% van de kolen worden gebroken. Indien zich ook dergelijke omstandigheden in Nederland zouden voordoen, is er echter wel een mogelijkheid ook een centrale breker op te stellen.

De in serie geschakelde transportinrichtingen vereisen een electrisch beveiligingssysteem, dat de voorafgaande banden doet uitschakelen bij storing op een van hen. Zou men nu een breker tussenschakelen, dan moet deze met zijn transportinrichtingen in de beveiligings- een vergrendelingsinstallatie worden opgenomen.

Door nu de tweede oeverband waarop de kolen vanuit de schepen worden gelost, de andere richting te laten uitlopen, kan aldus een brekerinstallatie worden opgesteld aan het einde van een kolenpark en de gebroken kolen kunnen dan in de opslag worden gedeponeerd. Door aldus te handelen staat de brekerinstallatie geheel op zichzelf en blijft het principe van het overige kolentransport onaangetast.

Ir F. MULLER vraagt naar de grootte van de eenheden en het thermisch rendement.

Het antwoord is: Het gebouw, dat nu is voltooid, kan plaats bieden aan vier eenheden van 50.000 kW. Het doel is in de toekomst te komen tot een totaal vermogen van 400.000 kW. Het thermisch rendement bij vollast kan worden gesteld op ongeveer 30% onder normale bedrijfsverhoudingen, de Zondagen en de nachten daarbij inbegrepen; inclusief het in en uit bedrijf nemen van eenheden wordt gerekend op 26½%, gebaseerd op de afgegeven kWh.

Ir C. DE PATER vraagt:

1. Is het in verband met de oorlogsomstandigheden niet verkeerd de centrale zo af te sluiten? De schade van bomontploffingen kan dan nog groter zijn.

2. Waarom is het moeilijker en gevaarlijker een turbine na één uur stilstand weer in bedrijf te stellen dan na een rustperiode van 24 uur?

Antwoord op vraag 1: Tegen voltreffers is de aan te brengen bescherming niet bestand. De practijk in de afgelopen oorlog heeft echter geleerd, dat er meer bommen naast dan op een doel komen. Het aantal voltreffers is relatief gering. De bescherming moet dan ook in hoofdzaak worden gezien als een bescherming tegen scherven van exploderende bommen buiten de gebouwen.

Antwoord op vraag 2: De H.D. turbine is goed geïsoleerd, de hoge temperatuur blijft dus lang behouden.

Indien een ketel wordt opgestookt, is de temperatuur van de stoom, ná de oververhitter gepasseerd te zijn, niet voldoende hoog. De te koude stoom komt dan tegen een nog warme rotor, hetgeen gevaarlijker is dan andersom. Het verschil in temperatuur tussen toegelaten stoom en de rotor mag niet hoger zijn dan 15—20° C.

Bij het in bedrijf nemen van turbogeneratoren mogen evenwel ook de bedrijfsomstandigheden voor de rotor van de generator niet uit het oog worden verloren en ook deze vragen bijzondere voorzichtigheid.

621.876.2 : 621.851.5

Het kruipen van kabels over kabelschijven

door ir P. OTTO
Werktuigkundig ingenieur bij de Staatsmijnen in Limburg

Summary: *Rope creep on sheaves.*

After having explained the creep phenomenon, an ample statement is given on the generally known distribution of the forces in wire ropes, running on sheaves $\frac{S_1}{S_2} \leq e^{\mu\varphi}$.

The laws ruling the creep are discussed and the creep is computed. After a further explanation of the results a computation of the work due to the creep is given in order to get an insight in the extent of the wear of rope and sheave as a result of creep. In an annex some calculations are given to compare my results with those found in literature, while also two examples have been worked out.

Inleiding

Loopt een kabel over een kabelschijf, dan bestaat er steeds een verschil in kabelkracht tussen de beide parten. Dit verschil is meestal klein, te weten als het een gevolg is van wrijvings- en traagheidskrachten; heeft men echter te doen met een aangedreven of met een geremde kabelschijf, dan kan dit verschil groot worden. Het is dan immers gelijk aan de omtrekskracht P, die kabel en schijf op elkaar uitoefenen.

Dit verschil in kabelkracht zal ten gevolge van de elasticiteit van de kabel het zogenaamde kruipen van de kabel over de schijf doen optreden.

Fig. 1.

$S_1 > S_2 \qquad S_1 - S_2 = P.$

F = kabeldoorsnede

E = elasticiteitsmodulus van de kabel

μ = wrijvingscoëfficiënt tussen kabel en schijf

R = straal van de schijf

φ = omspanningshoek; in de figuren steeds 180° (of π rad.) genomen.

Heeft men immers (zie fig. 1) aan de ene zijde een kracht S_1, dan is de kabel daar gerekt met een specifieke rek groot $\epsilon_1 = \frac{S_1}{EF}$. Aan de andere zijde bedraagt de specifieke rek $\epsilon_2 = \frac{S_2}{EF}$. Bij het lopen van de kabel over de schijf moet het verschil tussen ϵ_1 en ϵ_2 te niet worden gedaan; dit wil zeggen, de kabel moet zich ten opzichte van de schijf verplaatsen. Deze verplaatsing is de kruip.

Regels die de kruip bepalen

Draait de schijf in de figuur rechtsom (stijgende overlast), dan zal de kabellengte, die de schijf oploopt, groter zijn dan de lengte, die in dezelfde tijd aan de andere zijde van de schijf afloopt. De kabel moet dus korter worden en dit betekent, dat de kruip linksom moet zijn gericht. De kabel moet inkrimpen en doet dit aan de zijde van S_2.

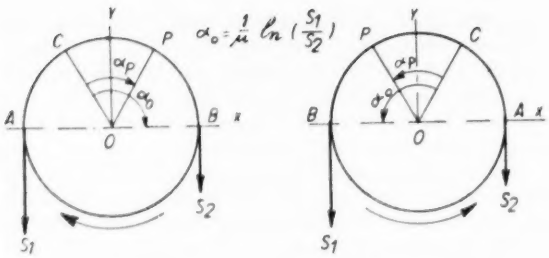
Hieruit volgt, dat de kruip (de verplaatsing van de kabel ten opzichte van de schijf) het grootst moet zijn aan de zijde van S_2 en vervolgens geleidelijk tot 0 moet afnemen, omdat ik van de veronderstelling uitga, dat de oplopende kabel (aan de zijde van S_1) volkomen gelijk loopt met de schijf (geen slip).

Draait de schijf in de figuur linksom (dalende overlast), dan zal de kabellengte, die de schijf oploopt, kleiner zijn dan de lengte, die in dezelfde tijd aan de andere zijde van de schijf afloopt. De kabel moet dus langer worden en dit betekent, dat de kruip wederom linksom moet zijn gericht. Hieruit volgt dat de kruip het grootst moet zijn aan de zijde van S_1 en vervolgens geleidelijk tot 0 moet afnemen, omdat ik van de veronderstelling uitga, dat de oplopende kabel (thans aan de zijde van S_2) volkomen gelijk loopt met de schijf.

In deze redenering is gebruik gemaakt van de veronderstelling, dat een kabel, *die niet slipt*, de schijf oploopt met een snelheid gelijk aan de omtreksnelheid van de schijf. Dit is als volgt aan te tonen (uit het ongerijmde):

Loopt de kabel ter plaatse sneller dan de schijf, dan treedt wrijving op in een richting, tegengesteld aan de relatieve snelheid van kabel en schijf. Hierbij stijgt de trekkracht in de kabel naarmate deze verder op de schijf komt. Bij stijgende overlast is dit onmogelijk, omdat hierbij de kabelkracht, over de gehele schijf genomen, juist moet afnemen en bij dalende overlast betekent het slip.

Loopt de kabel ter plaatse langzamer dan de schijf, dan heeft men het omgekeerde. De trekkracht in de kabel daalt dan naarmate deze verder op de schijf komt. Dit is bij dalende overlast onmogelijk, omdat daarbij de kabelkracht, over de gehele schijf genomen, juist moet toenemen en bij stijgende overlast betekent het slip.



Stijgende overlast. Dalende overlast.

Fig. 2.

Voor deze gevallen geldt de formule $\frac{S_1}{S_2} \leqq e^{\mu\varphi}$. Alleen indien de gelijkheid geldt, kan zonder meer worden besloten tot de verdeling van S over de schijfomtrek. Anders kan slechts inzicht in het kruipverschijnsel uitsluitsel geven over die verdeling. Bij de verandering van S behoort immers kruip en dus moet voor de verandering van S over een elementair hoekje $d\alpha$ gelden:

$$dS = \mu S \, d\alpha$$

$$\frac{dS}{S} = \mu d\alpha$$

Geïntegreerd geeft dit: $S = e^{\mu\alpha} \times$ integratieconstante. Nu kan S slechts veranderen tussen S_2 en S_1. Het is dus noodzakelijk te veronderstellen, dat deze verandering plaats vindt over een hoek α_o (kleiner dan de omspanningshoek φ), waarvoor geldt:

$$\frac{S_1}{S_2} = e^{\mu\alpha_o}.$$

Dit betekent, dat over de hoek $\varphi - \alpha_o$ geen verandering van S plaats vindt. Vervolgens vindt over de hoek α_o de verandering van S plaats tussen S_1 en S_2.

De bovenstaande redeneringen kunnen dus als volgt worden samengevat [1]):

De kruip is gericht naar de grootste last toe. De kruip is maximaal, waar de kabel van de schijf afloopt; neemt vandaar over een hoek α_o geleidelijk af tot 0 en blijft verder = 0 tot waar de kabel de schijf oploopt. De hoek α_o is bepaald door de formule $e^{\mu\alpha_o} = \frac{S_1}{S_2}$ of $\alpha_o = \frac{1}{\mu}(\ln S_1 - \ln S_2)$. Aan de oplopende zijde blijft de kabelkracht over een hoek $\varphi - \alpha_o$ constant (respectievelijk gelijk aan S_2 of S_1) om vervolgens over de hoek α_o toe of af te nemen tot S_1 respectievelijk S_2.

In verband met de geringe snelheid van de kruip kan men aannemen, dat μ vrijwel constant is en niet veel kleiner dan de wrijvingscoëfficiënt van rust.

Berekening van de grootte van de kruip

De grootte van de kruip is te berekenen door de volgende redenering [2]):

Neemt men een vast assenkruis $x\,o\,y$ aan, met de oorsprong 0 in het draaipunt van de schijf (zie fig. 2), dan kan

[1]) Zie ook: M. TEN BOSCH „Vorlesungen über Maschinenelemente" 2e druk (1940) blz. 301—303, en F. HYMANS und A. V. HELLBORN „Der Neuzeitliche Aufzug mit Treibscheibenantrieb" (1927) blz. 24—31.

[2]) Zie ook: H. HERBST „Reibungszahlen für Koepescheiben" (1931. Berichte der Versuchsgrubengesellschaft. Heft 3), blz. 87—89.

men alle vaste punten en grootheden daarin vastgelegd denken (A, B, C, P, α_o enz.).

Ieder punt van de kabel zal zich bij het doorlopen van de boog AC *niet* ten opzichte van de schijf verplaatsen (geen slip en geen kruip). Bij het doorlopen van de boog CB daarentegen gebeurt dit wel (kruip). Is nu een willekeurig punt x van de schijfomtrek gelopen van C naar P (over een hoek α_p), dan is het punt van de kabel, dat in C samenviel met x, thans enigszins bij x achtergebleven (stijgende overlast) of voorgelopen (dalende overlast), doordat het stuk kabel, dat bij het oplopen op de schijf de lengte $R\alpha_p$ had, thans korter resp. langer is geworden. Deze verkorting resp. verlenging (s) kunnen we noemen: *de kruip in P*, omdat elk punt van de schijfomtrek, dat P passeert, ditzelfde bedrag s bij de kabel vóór- resp. achter-gekomen is. Een kabelelement met een ongespannen lengte dl heeft onder invloed van een kabelkracht S een lengte $dl\left(1+\frac{S}{EF}\right)$.

Stijgende overlast

De kabelelementen, die op de schijf worden gewikkeld hebben een lengte $dl\left(1+\frac{S_1}{EF}\right)$. Volgens de bovengenoemde veronderstelling (geen slip en geen kruip aan de oplopende zijde) geldt dan:

$$Rd\alpha = dl\left(1+\frac{S_1}{EF}\right), \text{ of } dl = \frac{REF}{EF+S_1}\,d\alpha.$$

In een willekeurig punt tussen C en B bedraagt de kabelkracht $S = S_1 e^{-\mu\alpha}$; daar hebben de elementen met ongespannen lengte dl dus een lengte:

$$dl\left(1+\frac{S}{EF}\right) = \frac{REF}{EF+S_1}\,d\alpha\left(1+\frac{S}{EF}\right) = R\frac{EF+S}{EF+S_1}\,d\alpha.$$

Ze zijn dus verkort met een bedrag:

$$Rd\alpha - R\frac{EF+S}{EF+S_1}\,d\alpha = R\frac{S_1-S}{EF+S_1}\,d\alpha =$$
$$= \frac{RS_1}{EF+S_1}\left(1-e^{-\mu\alpha}\right)d\alpha$$

De kruip in P bedraagt dus:

$$\int_0^{\alpha_p}\frac{RS_1}{EF+S_1}\left(1-e^{-\mu\alpha}\right)d\alpha =$$
$$= \frac{RS_1}{EF+S_1}\left\{\alpha_p + \frac{1}{\mu}\left(e^{-\mu\alpha_p}-1\right)\right\} =$$
$$= \frac{R\alpha_p}{EF+S_1}\left\{S_1 - \frac{1}{\mu\alpha_p}\left(S_1-S_p\right)\right\}$$

Voor de kruip in B wordt dientengevolge gevonden:

$$\frac{R\alpha_o}{EF+S_1}\left\{S_1 - \frac{1}{\mu\alpha_o}\left(S_1-S_2\right)\right\}$$

Deze kruip behoort bij een stuk kabel, dat aan de oplopende zijde een lengte $R\alpha_o$ heeft. Zodoende bedraagt de specifieke kruip:

$$\frac{R\alpha_o}{EF+S_1}\left\{S_1 - \frac{1}{\mu\alpha_o}\left(S_1-S_2\right)\right\}\cdot\frac{1}{R\alpha_o} =$$
$$= \frac{S_2 - S_1\left(1-\mu\alpha_o\right)}{\mu\alpha_o\left(EF+S_1\right)}\ ^{3)}$$

[3]) Zie aanhangsel.

Dalende overlast

Volgens een geheel analoge redenering wordt gevonden:

$$dl\left(1+\frac{S_2}{EF}\right) = Rd\alpha$$
$$dl = \frac{REF}{EF+S_2}\,d\alpha$$

Lengte element op willekeurig punt:

$$dl\left(1+\frac{S}{EF}\right) = R\left(\frac{EF+S}{EF+S_2}\right)d\alpha$$

De verlenging van dit element bedraagt dus:

$$Rd\alpha\frac{EF+S}{EF+S_2} - Rd\alpha = Rd\alpha\left(\frac{S-S_2}{EF+S_2}\right) =$$
$$= \frac{RS_2}{EF+S_2}\left(e^{\mu\alpha}-1\right)d\alpha$$

De kruip in P bedraagt dus:

$$\int_0^{\alpha_p}\frac{RS_2}{EF+S_2}\left(e^{\mu\alpha}-1\right)d\alpha = \frac{RS_2}{EF+S_2}\times$$
$$\times\left\{\frac{1}{\mu}\left(e^{\mu\alpha_p}-1\right)-\alpha_p\right\} = \frac{R\alpha_p}{EF+S_2}\times$$
$$\times\left\{\frac{1}{\mu\alpha_p}\left(S_p-S_2\right)-S_2\right\}$$

Voor de kruip in B wordt dientengevolge gevonden:

$$\frac{R\alpha_o}{EF+S_2}\left\{\frac{1}{\mu\alpha_o}\left(S_1-S_2\right)-S_2\right\}$$

Deze kruip behoort wederom bij een stuk kabel, dat aan de oplopende zijde een lengte $R\alpha_o$ heeft. Zodoende bedraagt de specifieke kruip in dit geval:

$$\frac{R\alpha_o}{EF+S_2}\left\{\frac{1}{\mu\alpha_o}\left(S_1-S_2\right)-S_2\right\}\cdot\frac{1}{R\alpha_o} = \frac{S_1-S_2\left(1+\mu\alpha_o\right)}{\mu\alpha_o\left(EF+S_2\right)}$$

Opmerkingen

1) $\mu\alpha_o$ is een constante bij gegeven S_1 en S_2, want $\mu\alpha_o = ln\frac{S_1}{S_2}$; dus is de kruip bij een gegeven belasting-verhouding onafhankelijk van μ.
2) Bij een gegeven belastingverhouding en een gegeven omspanningshoek φ wordt het slipgevaar bepaald door de grootte van μ; in verband met 1) volgt hieruit, dat de grootte van de kruip geen maat is voor het slipgevaar. Wordt echter de verhouding $\frac{S_1}{S_2}$ groter, dan stijgt de kruip, terwijl tevens het slipgevaar toeneemt, omdat (bij constante μ) α_o dan zal stijgen; α_o nadert dan immers de grenswaarde φ.
3) Hoe groter de stijfheidsfactor van de kabel (EF), hoe kleiner de kruip.
4) Om snel een inzicht te krijgen in de grootte van de kruip, kan men S_1 in S_2 uitdrukken (of S_2 in S_1) door middel van een machtreeks:

$$S_1 = S_2 e^{\mu\alpha_o} = S_2\left\{1+\mu\alpha_o+\frac{(\mu\alpha_o)^2}{2}+\frac{(\mu\alpha_o)^3}{6}+\right.$$
$$\left.+\frac{(\mu\alpha_o)^4}{24}+\ldots\ldots\right\}$$

en

$$S_2 = S_1 e^{-\mu\alpha_o} = S_1\left\{1-\mu\alpha_o+\frac{(\mu\alpha_o)^2}{2}-\frac{(\mu\alpha_o)^3}{6}+\right.$$
$$\left.+\frac{(\mu\alpha_o)^4}{24}-\ldots\ldots\right\}$$

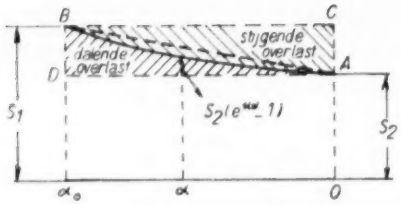


Fig. 3. Schematische voorstelling van het verloop van de kruip.

Men vindt dan voor de specifieke kruip bij stijgende overlast:

$$\frac{S_1 \mu\alpha_o}{2(EF+S_1)}\left\{1-\frac{\mu\alpha_o}{3}+\frac{(\mu\alpha_o)^2}{12}-\frac{(\mu\alpha_o)^3}{60}+\ldots\ldots\right\}$$

En voor de specifieke kruip bij dalende overlast:

$$\frac{S_2 \mu\alpha_o}{2(EF+S_2)}\left\{1+\frac{\mu\alpha_o}{3}+\frac{(\mu\alpha_o)^2}{12}+\frac{(\mu\alpha_o)^3}{60}+\ldots\ldots\right\}$$

In alle normale gevallen is $\mu\alpha_o < 1$, want:

$\mu\alpha_o = ln\frac{S_1}{S_2}$ en $\frac{S_1}{S_2}$ is practisch steeds $< e$. Hieruit volgt, dat de bovengenoemde reeksen snel convergeren, zodat men aan de uitgeschreven termen meer dan voldoende heeft voor een berekening van de specifieke kruip.

5) Het is van belang na te gaan wat er gebeurt, indien men met dezelfde S_1 en S_2 eerst de ene kant opdraait en dan de andere kant. Men kan hiertoe het beste de specifieke kruip bij stijgende overlast uitdrukken in S_2 door middel van de reeds genoemde machtreeks. Het resultaat is:

$$\frac{S_2 \mu\alpha_o}{2(EF+S_1)}\cdot\left\{1+\frac{2}{3}\mu\alpha_o+\frac{1}{4}(\mu\alpha_o)^2+\frac{1}{15}(\mu\alpha_o)^3+\cdots\right\}$$

Men ziet dus, aangezien het verschil tussen $(EF+S_1)$ en $(EF+S_2)$ miniem is, dat in dit geval de specifieke kruip bij stijgende overlast groter is dan die bij dalende overlast.

6) Een en ander kan op de volgende wijze nog wat nader worden toegelicht.

Over de boog α_o verloopt de kabelkracht volgens de kromme AB in fig. 3. Deze geldt zowel voor stijgende als voor dalende overlast.

Immers, voor stijgende overlast geldt:

$S = S_1 e^{-\mu(\alpha_o-\alpha)}$ als α gemeten wordt van S_2 naar S_1, of $S = S_2 e^{\mu\alpha_o}.e^{-\mu(\alpha_o-\alpha)} = S_2 e^{\mu\alpha}$. En voor dalende overlast geldt dit zonder meer.

Ter plaatse α is de kracht S_1 dus verminderd met een bedrag $S_1 - S_2 e^{\mu\alpha}$ (stijgende overlast) en de kracht S_2 vermeerderd met een bedrag $S_2 e^{\mu\alpha} - S_2$ (dalende overlast). De kabelelementen met een ongespannen lengte dl, die de schijf oplopen met een lengte $Rd\alpha$, zijn daar dan ook, zoals reeds eerder vermeld, verkort resp. verlengd.

Bij *stijgende overlast* bedraagt die verkorting:

$$Rd\alpha\cdot\frac{S_1-S}{EF+S_1} = Rd\alpha\cdot\frac{S_1-S_2e^{\mu\alpha}}{EF+S_1} = \frac{R}{EF+S_1}(S_1-S_2e^{\mu\alpha})\,d\alpha\,.$$

Over de boog α_o bedraagt de totale verkorting, dus de kruip:

$$\int_0^{\alpha_o}\frac{R}{EF+S_1}(S_1-S_2e^{\mu\alpha})\,d\alpha$$

De specifieke kruip bedraagt dus:

$$\frac{1}{\alpha_o(EF+S_1)}\int_0^{\alpha_o}(S_1-S_2e^{\mu\alpha})\,d\alpha;$$ deze wordt op zekere schaal voorgesteld door het oppervlak ACB.

Bij *dalende overlast* bedraagt die verlenging:

$$Rd\alpha\frac{S-S_2}{EF+S_2} = Rd\alpha\frac{S_2e^{\mu\alpha}-S_2}{EF+S_2} = \frac{R}{EF+S_2}(S_2e^{\mu\alpha}-S_2)\,d\alpha$$

Over de boog α_o bedraagt de totale verlenging, dus de kruip:

$$\int_0^{\alpha_o}\frac{R}{EF+S_2}(S_2e^{\mu\alpha}-S_2)\,d\alpha$$

De specifieke kruip bedraagt dus:

$$\frac{1}{\alpha_o(EF+S_2)}\int_0^{\alpha_o}(S_2e^{\mu\alpha}-S_2)\,d\alpha;$$ deze wordt op zekere schaal voorgesteld door het oppervlak ADB.

Uit de fig. 3 ziet men nu zonder meer, dat afgezien van het zeer geringe verschil tussen $(EF+S_1)$ en $(EF+S_2)$ de kruip bij stijgende overlast groter is dan die bij dalende overlast, indien S_1 en S_2 in beide gevallen dezelfde waarde houden.

7) De specifieke kruip is recht evenredig met de specifieke rek van de kabel. Dit betekent, dat bij een aan het vervoer aangepaste kabel, de specifieke kruip slechts in zeer geringe mate kan worden beïnvloed. Slechts door het toepassen van een kabel met grote stijfheid (grote E), zou de specifieke kruip in dat geval wat kunnen worden beperkt.

8) De resultaten zijn verduidelijkt door middel van fig. 4 t/m 8.

Berekening van de kruiparbeid

Het kruipen brengt wrijving met zich mee en, aangezien de veronderstelling voor de hand ligt, dat deze wrijving de kabelslijtage gedeeltelijk bepaalt, is het van belang de grootte van de wrijvingsarbeid bij het kruipen (kort: de kruiparbeid) te bepalen.

Aangezien alle grootheden, die bij het kruipen een rol spelen, in de tijd constant zijn, zal worden uitgegaan van de kruipsnelheid op een willekeurig punt P (zie fig. 2). De kruip in P bedraagt bij stijgende overlast:

$$\int_0^{\alpha_p}\frac{RS_1}{EF+S_1}(1-e^{-\mu\alpha})\,d\alpha$$

en bij dalende overlast:

$$\int_0^{\alpha_p}\frac{RS_2}{EF+S_2}(e^{\mu\alpha}-1)\,d\alpha$$

De kruipsnelheid vindt men als:

$$\frac{d\,(\text{kruip})}{dt} = \frac{d\,(\text{kruip})}{d\alpha}\cdot\frac{d\alpha}{dt}\,.$$

Nu is $\frac{d\alpha}{dt} = \omega =$ hoeksnelheid van de schijf.

Dus bedraagt de kruipsnelheid in P bij stijgende overlast:

$$\omega \frac{d}{d\alpha}\left\{\int_0^{\alpha_p} \frac{RS_1}{EF+S_1}(1-e^{-\mu\alpha})\,d\alpha\right\} = \frac{\omega RS_1}{EF+S_1}(1-e^{\mu\alpha_p})$$

en bij dalende overlast:

$$\omega \frac{d}{d\alpha}\left\{\int_0^{\alpha_p} \frac{RS_2}{EF+S_2}(e^{\mu\alpha}-1)\,d\alpha\right\} = \frac{\omega RS_2}{EF+S_2}(e^{\mu\alpha_p}-1)$$

De wrijvingskracht in P bedraagt $\mu S_p\, d\alpha$.

Stijgende overlast: $S_p = S_1 e^{-\mu\alpha_p}$. Dus bedraagt de kruiparbeid per tijdseenheid in het punt P:

$$\mu S_1 e^{-\mu\alpha_p} \cdot \frac{\omega RS_1}{EF+S_1}(1-e^{-\mu\alpha_p})\,d\alpha =$$

$$= \frac{\omega R \mu S_1^2}{EF+S_1}(e^{-\mu\alpha_p} - e^{-2\mu\alpha_p})\,d\alpha$$

De kruiparbeid per tijdseenheid bedraagt dus in totaal:

$$\int_0^{\alpha_o} \frac{\omega R \mu S_1^2}{EF+S_1}(e^{-\mu\alpha} - e^{-2\mu\alpha})\,d\alpha =$$

$$= \frac{\omega R S_1^2}{EF+S_1}\left[-e^{-\mu\alpha} + \frac{e^{-2\mu\alpha}}{2}\right]_0^{\alpha_o} =$$

$$= \frac{\omega R S_1^2}{EF+S_1}\left(-e^{-\mu\alpha_o} + 1 + \frac{e^{-2\mu\alpha_o}}{2} - \frac{1}{2}\right) =$$

$$= \frac{\omega R}{2(EF+S_1)}(S_1^2 - 2S_1S_2 + S_2^2) =$$

$$= \frac{\omega R}{2(EF+S_1)}(S_1 - S_2)^2$$

De specifieke kruiparbeid per eenheid van kabellengte bedraagt dus:

$$\frac{(S_1-S_2)^2}{2(EF+S_1)}$$

of

$$\frac{S_2^2}{2(EF+S_1)} \cdot (e^{\mu\alpha_o}-1)^2$$

of

$$\frac{S_2^2}{EF+S_1}\left\{\frac{1}{2}(e^{2\mu\alpha_o}+1) - e^{\mu\alpha_o}\right\}$$

Bij *dalende overlast* bedraagt de wrijvingskracht in P: $\mu S_2 e^{\mu\alpha_p}\, d\alpha$. Hierbij vindt men volgens een geheel analoge redenering:

specifieke kruiparbeid $= \dfrac{(S_1-S_2)^2}{2(EF+S_2)}$

of

$$\frac{S_2^2}{EF+S_2}\left\{\frac{1}{2}(e^{2\mu\alpha_o}+1) - e^{\mu\alpha_o}\right\}$$

Ook bij deze resultaten valt weer het een en ander op te merken.

1) Hymans en Hellborn komen in hun eerder geciteerde boek op blz. 34 en 35 langs een andere weg tot hetzelfde resultaat.
2) De specifieke kruiparbeid is onafhankelijk van de wrijvingscoëfficiënt μ tussen kabel en schijf.
3) Bij gegeven belasting-verhouding is de specifieke kruiparbeid uitsluitend afhankelijk van de stijfheid van de kabel. Hoe stijver de kabel (dit wil zeggen hoe groter $E.F$), hoe geringer de specifieke kruiparbeid.

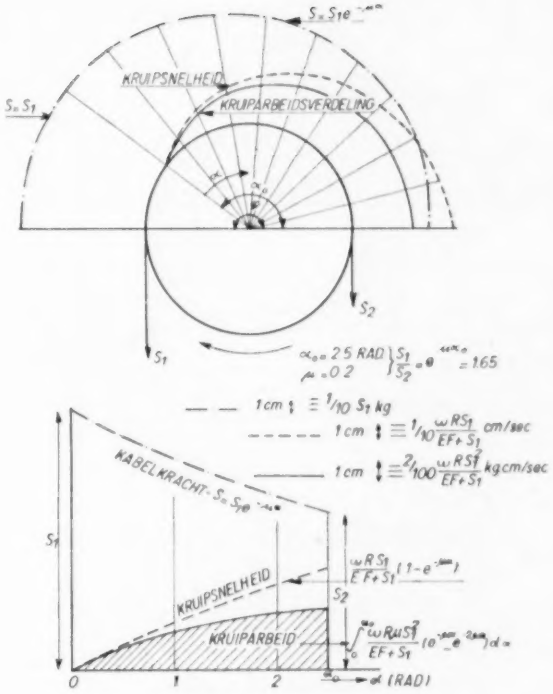


Fig. 4. Stijgende overlast.

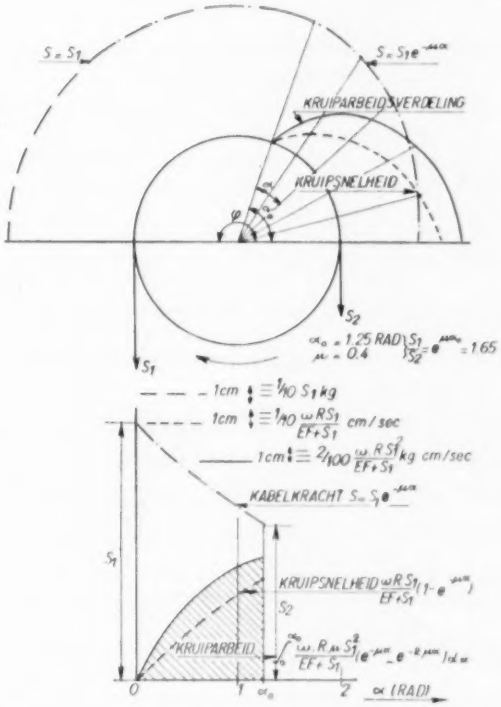


Fig. 5. Stijgende overlast.

4) De resultaten zijn verduidelijkt door middel van fig. 4 t/m 8.

Slotopmerking

Bij het opzetten van deze studie ging het er om enig inzicht te krijgen in de problemen, die samenhangen met

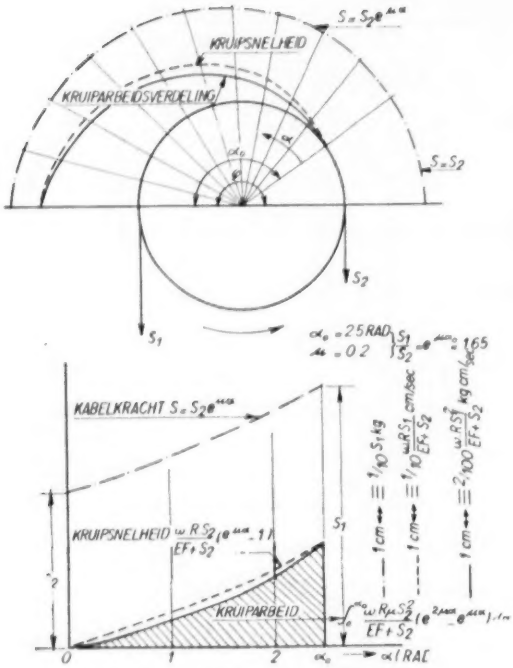


Fig. 6. Dalende overlast.

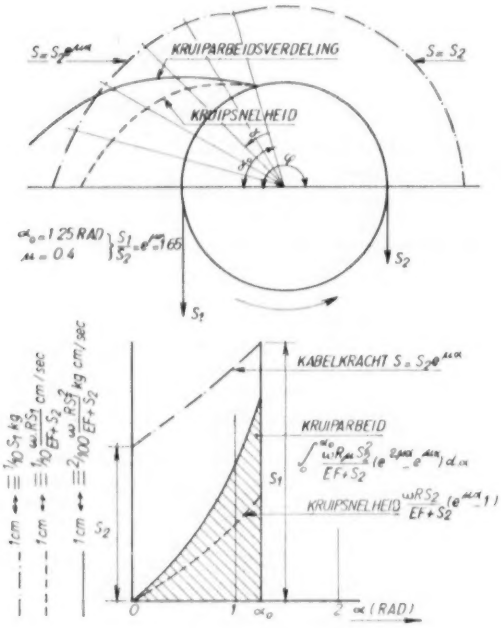


Fig. 7. Dalende overlast.

de wrijving tussen kabel en Koepeschijf. In hoofdzaak zijn dit de krachtsoverdracht tussen schijf en kabel en de slijtage van de voering van de schijf. Toen door vergelijking met gegevens uit de literatuur bleek, dat de ontwikkelde inzichten niet algemeen bekend zijn, kwam de gedachte naar voren tot publicatie over te gaan. Nu dit geschiedt, wil ik gaarne mijn dank betuigen aan de Directie van de Staatsmijnen, die mij hiertoe in de gelegenheid gesteld heeft en in het bijzonder aan ir J. W. Kleinbentink voor zijn stimulerende kritiek en steun. Verder wil ik vermelden, dat ik aan ir F. J. M. de Reeper verschillende verduidelijkingen en verbeteringen te danken heb, terwijl vele anderen mij hun medewerking steeds gaarne verleenden. Een algemeen woord van dank is zeker op zijn plaats.

Aanhangsel

1. Herbst rekent in zijn onder [2]) aangehaalde publicatie de kruip exact uit. Vervolgens bepaalt hij de kruipsnelheid en neemt dan als gemiddelde kruipsnelheid de helft van de maximale kruipsnelheid; dit wil zeggen, hij gebruikt in fig. 3 de rechte *AB*. Zo komt hij tot een onjuiste waarde van de specifieke kruip:

Maximale kruipsnelheid: $\dfrac{S_1 - S_2}{EF} \times$ kabelsnelheid.

Gemiddelde kruipsnelheid: $\dfrac{S_1 - S_2}{2\,EF} \times$ kabelsnelheid.

Specifieke kruip $= \dfrac{S_1 - S_2}{2\,EF}$.

Om dit resultaat met de door mij afgeleide formule te vergelijken moet men S_1 in S_2 uitdrukken of omgekeerd.

$$\frac{S_1 - S_2}{2\,EF} =$$

$$= \frac{S_2 \mu \alpha_0}{2\,EF} \left\{ 1 + \frac{\mu\alpha_0}{2} + \frac{(\mu\alpha_0)^2}{6} + \frac{(\mu\alpha_0)^3}{24} + \frac{(\mu\alpha_0)^4}{120} + \ldots\ldots \right\}$$

Door mij is gevonden:
specifieke kruip bij stijgende overlast:

$$\frac{S_2 \mu \alpha_0}{2\,(EF + S_1)} \left\{ 1 + \frac{2}{3}\mu\alpha_0 + \frac{1}{4}(\mu\alpha_0)^2 + \frac{1}{15}(\mu\alpha_0)^3 + \ldots\ldots \right\}$$

specifieke kruip bij dalende overlast:

$$\frac{S_2 \mu \alpha_0}{2\,(EF + S_2)} \left\{ 1 + \frac{1}{3}\mu\alpha_0 + \frac{1}{12}(\mu\alpha_0)^2 + \frac{1}{60}(\mu\alpha_0)^3 + \ldots \right\}$$

Men ziet, dat het resultaat van Herbst hier juist tussen in ligt. Het is dus bij stijgende overlast te klein en bij dalende overlast te groot. (Het verschil in de noemer wordt veroorzaakt door het feit, dat door mij is gerekend met kabelelementen van een ongespannen lengte *dl*, die in belaste toestand een lengte hebben groot $dl\left(1 + \dfrac{S}{EF}\right)$.

Het verschil is slechts zeer klein, want S_1 kan ten hoogste ca $2\,^0/_{00}$ van EF zijn en S_2 is altijd kleiner dan S_1).

2. Hymans en Hellborn komen bij stijgende overlast tot de volgende formule (in mijn notatie omgezet) (blz. 33 van hun boek):
specifieke kruip:

$$\frac{1}{R\,\alpha_0} \cdot \left\{ \left(1 + \frac{S_1}{EF}\right) \frac{R}{\mu} \ln \frac{S_1}{S_2} \cdot \frac{1 + \dfrac{S_2}{EF}}{1 + \dfrac{S_1}{EF}} - \frac{R}{\mu} \ln \frac{S_1}{S_2} \right\}$$

Deze formule komt overeen met het door mij gevonden resultaat; het wordt immers:

$$\frac{1}{\mu\alpha_0} \left\{ \ln \frac{S_1}{S_2} \frac{1 + \dfrac{S_2}{EF}}{1 + \dfrac{S_1}{EF}} + \frac{S_1}{EF} \ln \frac{S_1}{S_2} \frac{1 + \dfrac{S_2}{EF}}{1 + \dfrac{S_1}{EF}} - \ln \frac{S_1}{S_2} \right\} =$$

$$= \frac{1}{\mu\alpha_0} \left\{ \ln \left(\frac{1 + \dfrac{S_2}{EF}}{1 + \dfrac{S_1}{EF}} \right) + \frac{S_1}{EF} \ln \frac{S_1}{S_2} + \frac{S_1}{EF} \ln \left(\frac{1 + \dfrac{S_2}{EF}}{1 + \dfrac{S_1}{EF}} \right) \right\}$$

Nu is:

$$ln\left(\frac{1+\frac{S_2}{EF}}{1+\frac{S_1}{EF}}\right) =$$

$$= \frac{S_2}{EF} - \frac{S_1}{EF} - \frac{1}{2}\frac{S_2^2}{(EF)^2} + \frac{1}{2}\frac{S_1^2}{(EF)^2} + \frac{1}{3}\frac{S_1^3}{(EF)^3} \cdots\cdots$$

Hierin mogen alle termen met machten van EF hoger dan 1 worden verwaarloosd. Zodoende wordt de specifieke kruip:

$$\frac{1}{\mu\alpha_o}\left\{\left(1+\frac{S_1}{EF}\right)\frac{S_2-S_1}{EF} + \frac{S_1}{EF}\cdot\mu\alpha_o\right\}$$

en dit wordt wederom bij verwaarlozing van alle termen met machten van EF groter dan 1:

$$\frac{S_2 - S_1 + S_1\mu\alpha_o}{\mu\alpha_o EF} \text{ of } \frac{S_2-(1-\mu\alpha_o)S_1}{\mu\alpha_o EF}$$

Men ziet dat deze formule, behoudens het reeds meermalen vermelde kleine verschil in de noemer, gelijk is aan de mijne.

De vereenvoudigingen, die HYMANS en HELLBORN zelf in hun formule aanbrengen, zijn echter te radicaal. Zij stellen

$$\frac{1+\frac{S_2}{EF}}{1+\frac{S_1}{EF}} = 1 \text{ en vinden dan voor de specifieke kruip:}$$

$$\frac{1}{R\,\alpha_o}\left(\frac{1}{EF}\cdot S_1\frac{R}{\mu}\,ln\frac{S_1}{S_2}\right) = \frac{1}{R\,\alpha_o}\cdot\frac{R}{\mu}\cdot\mu\alpha_o\cdot\frac{S_1}{EF} = \frac{S_1}{EF}.$$

Men ziet hoe groot deze vereenvoudigingsfout is, als men bedenkt, dat $\frac{S_1}{EF}$ juist de specifieke rek van de kabel is aan de kant van S_1.

3. Als voorbeeld is de kruip berekend van de kabel van schacht III van Staatsmijn Emma, zowel in het geval, dat geen kolen worden vervoerd als in dat, waarbij de skip met 10 ton beladen naar boven komt, terwijl de andere leeg teruggaat en omgekeerd [4]).

Gegevens:

Kabel: type locked coil; $E = 1{,}23$ à $1{,}29 \times 10^6$ kg/cm²; $F = 17{,}38$ cm²; gewicht 15,5 kg/m.

Onderkabel: gewicht 16 kg/m.

Lengte onderkabel ≏ lengte bovenkabel ≏ 620 m.

Afstand, waarover het vervoer plaats vindt = 562 m.

De ophaalmachine is afgesteld op een versnelling van 1,2 m/sec² en op een vertraging van 1,57 m/sec².

De maximumsnelheid bedraagt 18 m/sec.

De skips wegen met alle toebehoren, doch zonder kolen, 13.500 kg.

Een lading kolen weegt 10.000 kg.

Dicht onder de Koepeschijf bevindt zich een leidschijf met een op de kabel gereduceerd gewicht van 5.000 kg.

Er wordt gerekend met een schachtweerstand van 600 kg per skip (zie fig. 9).

Berekening:

Tijdens de versnellingsperiode bedraagt de afgelegde weg

$$\frac{V^2}{2a} = \frac{18^2}{2.\,1{,}2} = 135 \text{ m.}$$

Tijdens de vertragingsperiode bedraagt de afgelegde weg

$$\frac{18^2}{2.\,1{,}57} = 103 \text{ m.}$$

[4]) Voor de inrichting van deze schacht zie *De Ingenieur* 1950 — No. 5, blz. W1 e.v.

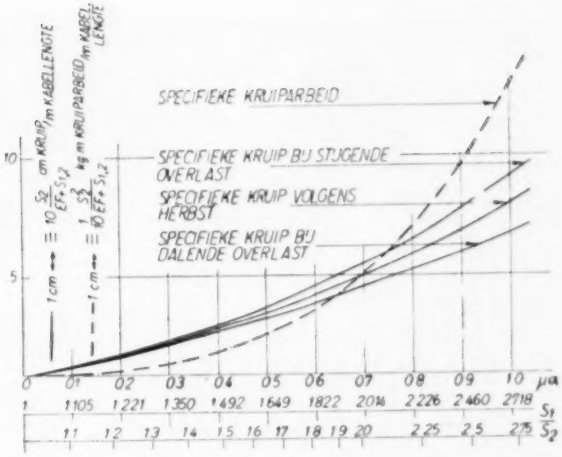


Fig. 8. Grafiek, aangevende de kruip en de kruiparbeid.

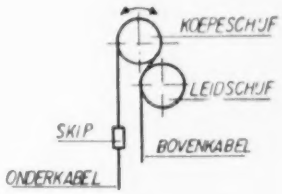


Fig. 9.

Met constante snelheid wordt een weg doorlopen, groot

$$562 - (135 + 103) = 324 \text{ m.}$$

In totaal bedraagt het gewicht aan kabel:

$$620.\,(15{,}5 + 16) = 19530 \text{ kg.}$$

Dit gewicht is echter niet geheel regelmatig verdeeld door het gewichtsverschil tussen onder- en bovenkabel.

In de versnellingsperiode hangt aan de zijde van de bovenste skip gemiddeld:

$\frac{1}{2}.\,(562 + 562 - 135 - 135).\,0{,}5$ kg = 210 kg meer dan aan de andere zijde.

In de vertragingsperiode hangt aan de zijde van de bovenste skip gemiddeld:

$\frac{1}{2}.\,(562 + 562 - 2 \times 103).\,0{,}5$ kg = 230 kg meer dan aan de andere zijde.

In de periode van constante snelheid hangt aan beide zijden ongeveer hetzelfde gewicht.

In de versnellings- en vertragingsperiode moeten massakrachten in rekening worden gebracht. Deze bedragen $\frac{1{,}2}{9{,}812}\left(\text{resp. } \frac{1{,}57}{9{,}812}\right) \times$ het in beweging zijnde gewicht.

Aan de leidschijf-zijde moet dan natuurlijk het gereduceerde leidschijf-gewicht mede in rekening worden gebracht.

Zo krijgt men de volgende cijfers (de leidschijfzijde is steeds de rechtse kolom):

De kruip is positief genomen, indien deze naar de leidschijf toe is gericht. De berekening berust geheel op grafiek 5, aldus:

Bij $\mu\alpha_o = 0{,}312$ behoort $\frac{1{,}92\,.\,10\,.\,S_2}{EF + S_{1,2}}$ cm kruip/m kabellengte (stijgende overlast).

$$EF = (2{,}14 \text{ à } 2{,}24) \times 10^7 \text{ kg.}$$

$$S_2 = 19910 \text{ kg.}$$

a) *lege skip*:

		I. Ophalen skip aan zijde leidschijf		II. Neerlaten skip aan zijde leidschijf	
Versnellingsperiode	Skip	13500	13500	13500	13500
	Kabel	9870	9660	9660	9870
	Massakrachten	– 2860	3440	2840	– 3460
	Schachtweerst.	– 600	600	600	– 600
	Kabelkrachten	19910	27200	26600	19310
		$\mu\alpha_o = ln \frac{27200}{19910} = 0{,}312$		$\mu\alpha_o = ln \frac{26600}{19310} = 0{,}320$	
	Kruip	+ 2,36 cm Kruiparbeid 164 kgm		– 2,38 cm Kruiparbeid 164 kgm	
Constante snelheid	Skip	13500	13500	13500	13500
	Kabel	9770	9770	9770	9770
	Massakrachten	0	0	0	0
	Schachtweerst.	– 600	600	600	– 600
	Kabelkrachten	22670	23870	23870	22670
		$\mu\alpha_o = ln \frac{23870}{22670} = 0{,}0516$		$\mu\alpha_o = ln \frac{23870}{22670} = 0{,}0516$	
	Kruip	+ 0,89 cm Kruiparbeid 11 kgm		– 0,89 cm Kruiparbeid 11 kgm	
Vertragingsperiode	Skip	13500	13500	13500	13500
	Kabel	9650	9880	9880	9650
	Massakrachten	3710	– 4540	– 3740	4510
	Schachtweerst.	– 600	600	600	– 600
	Kabelkrachten	26260	19440	20240	27060
		$\mu\alpha_o = ln \frac{26260}{19440} = 0{,}301$		$\mu\alpha_o = ln \frac{27060}{20240} = 0{,}290$	
	Kruip	– 1,51 cm Kruiparbeid 109 kgm		+ 1,53 cm Kruiparbeid 109 kgm	

b) *volle skip naar boven, lege skip naar beneden:*

		I. Volle skip aan zijde leidschijf		II. Lege skip aan zijde leidschijf	
Versnellingsperiode	Skip	13500	23500	23500	13500
	Kabel	9870	9660	9660	9870
	Massakrachten	– 2860	4660	4060	– 3460
	Schachtweerst.	– 600	600	600	– 600
	Kabelkrachten	19910	38420	37820	19310
		$\mu\alpha_o = ln \frac{38420}{19910} = 0{,}657$		$\mu\alpha_o = ln \frac{37820}{19310} = 0{,}672$	
	Kruip	+ 6,28 cm Kruiparbeid 1058 kgm		– 6,30 cm Kruiparbeid 1058 kgm	
Constante snelheid	Skip	13500	23500	23500	13500
	Kabel	9770	9770	9770	9770
	Schachtweerst.	– 600	600	600	– 600
	Kabelkrachten	22670	33870	33870	22670
		$\mu\alpha_o = ln \frac{33870}{22670} = 0{,}402$		$\mu\alpha_o = ln \frac{33870}{22670} = 0{,}402$	
	Kruip	+ 8,90 cm Kruiparbeid 930 kgm		– 8,90 cm Kruiparbeid 930 kgm	
Vertragingsperiode	Skip	13500	23500	23500	13500
	Kabel	9650	9880	9880	9650
	Massakrachten	3710	– 6140	– 5340	4510
	Schachtweerst.	– 600	600	600	– 600
	Kabelkrachten	26260	27840	28640	27060
		$\mu\alpha_o = ln \frac{27840}{26260} = 0{,}0584$		$\mu\alpha_o = ln \frac{28640}{27060} = 0{,}0575$	
	Kruip	+ 0,38 cm Kruiparbeid 6 kgm		– 0,38 cm Kruiparbeid 6 kgm	

Kruip voor 135 m kabel: $\frac{1{,}92 \,.\, 1{,}991 \,.\, 135}{2{,}19 \,.\, 10^2} = 2{,}36$ cm

enz. enz.

Men vindt dus, dat de kruip voor ophalen van skip aan zijde leidschijf bedraagt: 2,36 + 0,89 — 1,51 = 1,74 cm. Voor het neerlaten van deze skip is de kruip even groot doch tegengesteld gericht. In totaal blijkt de kabel voor een volledige cyclus (ophalen en neerlaten) dus niet te kruipen in het hier behandelde geval. De leidschijf speelt dus geen rol.

Opmerking:

Een berekening in meer decimalen levert natuurlijk niet meer 0 op. Deze heeft echter geen zin, omdat de nauwkeurigheid toch niet zo groot is.

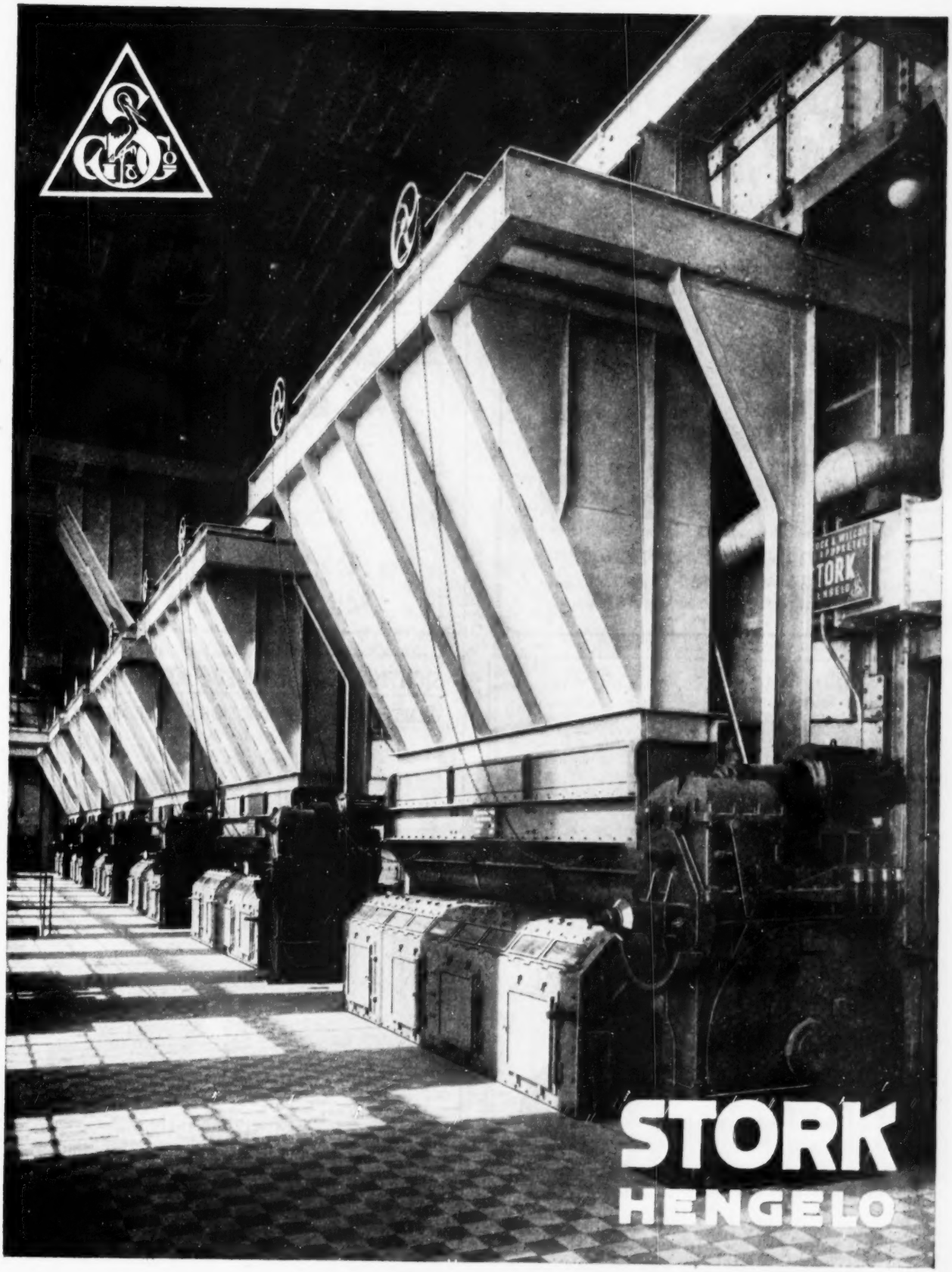
De kruip bij volle skip aan zijde leidschijf bedraagt dus 15,56 cm en bij volle skip aan andere zijde 15,58 cm. In totaal zou de kruip volgens deze berekening dus bedragen 0,02 cm van de leidschijf af gericht. Dit bedrag is echter verwaarloosbaar klein, gezien de algemene nauwkeurigheid van de berekening.

Gebruikt men echter slechts één skip, dan kruipt de kabel per volledige cyclus 15,58 (resp. 15,56) — 1,74 = 13,84 (resp. 13,82) cm.

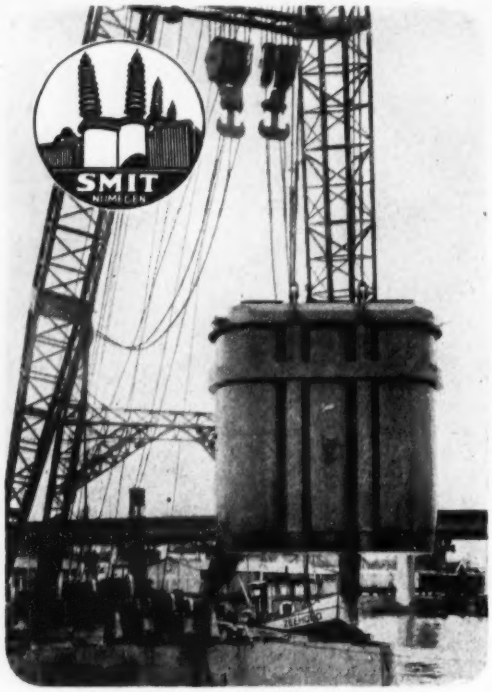
Dergelijke kruipbedragen zullen ook optreden bij materiaalvervoer, indien hiervoor slechts één kooi wordt gebruikt. De algemene conclusie uit deze cijfers moet dus zijn: *Bij een goed uitgebalanceerd vervoer is de kruip verwaarloosbaar klein; gaat men echter een kooi (of skip) regelmatig zwaarder belasten dan de andere, dan wordt de kruip binnen zeer korte tijd buitengewoon groot.*

De cijfers voor de kruiparbeid zijn eveneens uit fig. 8 afgeleid. Zij zijn klein, vooral als men ze beschouwt ten opzichte van de bij het vervoer nuttig verrichte arbeid. Toch dient men te bedenken dat deze kruiparbeid bij normale strengenkabels in hoofdzaak wordt afgevoerd door de slijtage van de houten voering van de Koepeschijf. Het grote voordeel, dat dan ook is te verwachten van de toepassing van de gesloten kabel in schacht III van Staatsmijn Emma (een kabel met een vrijwel volledig *glad* oppervlak) is, dat de kruiparbeid daar als normale wrijvingsarbeid in warmte wordt omgezet. De ontwikkelde warmte is van geen enkel belang en de slijtage zal zeer klein zijn.

Inhoud WERKTUIG- EN SCHEEPSBOUW 12: Het mechanische deel van de Centrale Hemweg, door ir L. Vos. Het kruipen van kabels over kabelschijven, door ir P. Otto.



Stookvloer met 6-Stork B & W stoomketels



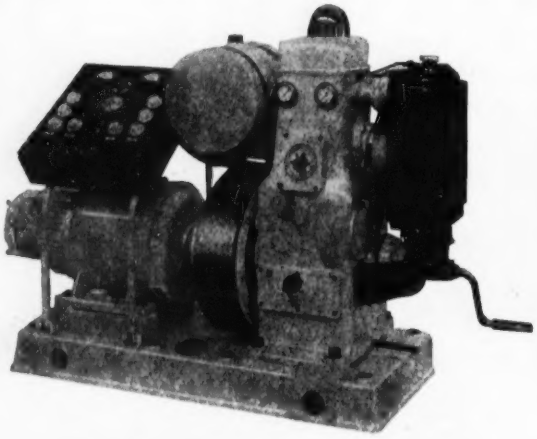
Machinetransformator
62,5 MVA 56/12,5 kV
WILLEM SMIT & CO'S TRANSFORMATORENFABRIEK N.V.
NIJMEGEN

1293

KWALITEIT BETEKENT
BEDRIJFSZEKERHEID
DAAROM
SKF ROLLENDE LAGERS

SKF

N. V. NED. MIJ. VAN KOGELLAGERS SKF
SPUI 24 - TEL. 64155 (7 LIJNEN)
AMSTERDAM-C



„SMIT"
DIESELMOTOREN
EN
AGGREGATEN

SMIT & Co MACHINEFABRIEK N.V. KINDERDIJK HOLLAND

Telefoon: K 1859—441 — Telegramadr.: SMITTENCO.
Alleenvertegenwoordigers voor Indonesië:
INTERNATIO N.V. — ROTTERDAM — DJAKARTA

1032

SICHTIG-VENTILATOR-LUCHTBEVOCHTIGERS
GOEDKOOP - EENVOUDIG - BEDRIJFSZEKER

Voor: TEXTIELFABRIEKEN
TUINDERIJEN
DRUKKERIJEN
TABAK-BEWAAR-PLAATSEN
Tevens: VENTILATIE & KOEL-INRICHTING

Bureau voor Droogtechniek en Apparatenbouw
VOORBURG — K 1700 — 778697—773103

1053

N.V. v/h H. TROOST

VOORMALIG PERNIS - RING 635

TEL. ROTTERDAM 79765 (2 lijnen)

Bouw-, Gewapend Beton- en Waterbouwkundige Werken

1345

I.B.I.V., N.V.

INGENIEURS-BUREAU INGENEGEREN-VRIJBURG, N.V.

Telegram-adres: IBIV

Hoofdkantoor: Bandung, 51 Djalan Dago. Tel. N.61 en Z.689.
Technisch Handelsbureau: Vertegenwoordigers van Fabrikanten van Machines, Gereedschappen en Instrumenten voor Industrie, Mijnbouw, Cultures, Luchtvaart, Waterstaat, Spoorwegen, Electrotechniek, Laboratoria, enz. met **inkoopkantoor te Amsterdam:** N.V. Nederlands Ingenieurs-Bureau Ingenegeren-Vrijburg, N.I.B.I.V., Herengracht 545—549, tel. 33664.
Adviesbureau voor Bouw-, Stedenbouw- en Waterbouwkunde.

1436

O.N.R.I.

Orde van Nederlandsche Raadgevende Ingenieurs

Onafhankelijke adviezen, ontwerpen, toezicht op uitvoering

Waarborg voor deskundigheid en integriteit

VAKGEBIEDEN:

Bouw- en Waterbouwkunde (civiel-ingenieurswerken); Verwarmings- en Ventilatietechniek; Openbare Gas- en Watervoorziening; Werktuigkunde; Electrotechniek; Bedrijfsorganisatie; Koeltechniek; Physische en Chemische Technologie.

Vraagt ledenlijst, m. beschrijving der Grondregelen van de O.N.R.I. en omschrijving van de Vakgebieden der Ingenieurs, aan bij het **Secretariaat: Laan van Meerdervoort 343, Den Haag.**

1275

N.V. Padang Portland Cement Maatschappij

zoekt voor haar bureau technische aanschaffing te Amsterdam

JONG

WERKTUIGKUNDIG INGENIEUR

met enige jaren praktijk, bij voorkeur op technisch bureau of in soortgelijke werkkring.

Brieven onder no IV-5066 aan Ricardo's Advertentiebureau Amsterdam-C.

THEODORUS NIEMEIJER N.V. te GRONINGEN

zoekt als technisch leider voor haar bedrijven (tabak, sigaretten, koffie en thee) een

BEDRIJFSINGENIEUR

bij voorkeur met opleiding T.H.-Werktuigbouw.

Deze functionaris is verantwoordelijk voor de gehele technische installatie der fabrieken en moet in staat zijn de directeur ten aanzien van verbeteringen en aanschaffingen van technische hulpmiddelen te adviseren.

Ervaring in het bedrijfsleven wordt vereist, terwijl kennis van verpakkingsmachines en mechanische transportmiddelen tot aanbeveling strekt.

Sollicitatiebrieven in handschrift met volledige levensbeschrijving te zenden onder nr. 38-12 aan het

TWENTS INSTITUUT VOOR BEDRIJFSPSYCHOLOGIE
Grundellaan 18 te Hengelo (O).

TIB

Gevraagd door grote Aannemings Mij, ervaren

INGENIEUR

met goede commerciële aanleg, om leiding op zich te nemen van onderhoud en reparatie van vloot baggermaterieel. Brieven met uitvoerige gegevens en copie-getuigschriften onder nr. 1103 aan de Uitgever van dit blad.

GEMEENTE GRONINGEN

Bij de Dienst der Stadsuitbreiding en Volkshuisvesting wordt gevraagd

een hoofdingenieur of ingenieur 1e klasse

om na inwerken de leiding van de afd. Bouw- en Woningtoezicht over te nemen; diploma T.H. afd. c. i. of een daarmede gelijk te stellen opl., alsmede erv. bij soortgelijke diensten of afdelingen noodzakelijk.
Salaris (incl. toelagen, doch excl. kindertoeslag) resp. *f* 7.742.— tot *f* 9.726.— en *f* 7.080.— tot *f* 8.403.—.
Onmiddellijke vaste aanstelling niet uitgesloten. Vergoeding verplaatsingskosten overeenkomstig Rijksregeling. Sollicitaties met uitv. inl. binnen 3 weken na het verschijnen van dit blad aan de directeur van de dienst, Ged. Zuiderdiep 96.

De N.V. Instrumentenfabriek & -handel

v.h. P. J. KIPP & ZONEN, Voorstraat 67—73 te Delft,

vraagt een jong

NATUURKUNDIG INGENIEUR

of

PHYSICUS

liefst met enige ervaring op het gebied van instrumentenbouw.
Schriftelijke sollicitaties worden gaarne ingewacht bij de Directie der N.V.

Eén onzer relaties,

GROOT STUWADOORSBEDRIJF

(laden en lossen van zeeschepen)

zoekt voor spoedige indiensttreding

ERVAREN BEDRIJFSINGENIEUR

(T.H. Delft)

die belast zal worden met de

algehele leiding van het Stukgoedbedrijf

Zijn taak zal bestaan uit het volledig leiden en organiseren van de gecompliceerde en zeer afwisselende Stukgoedafdeling - ca. 700 man - waarbij de nadruk valt op het medewerken aan het opzetten, invoeren en stimuleren van moderne bedrijfsmethoden.

Ervaring in het Havenbedrijf wordt in eerste aanleg niet verlangd; deskundigheid op dit speciale gebied is in het bedrijf uiteraard in ruime mate aanwezig. Wel wordt een langjarige en zo mogelijk veelzijdige bedrijfservaring in leidende posities vereist.

Deze topfunctie wordt overeenkomstig haar belangrijkheid gehonoreerd.

Uitvoerige sollicitaties *in handschrift*, liefst met foto, welke strikt vertrouwelijk zullen worden behandeld, worden gaarne ingewacht onder de letters DS-1 bij het

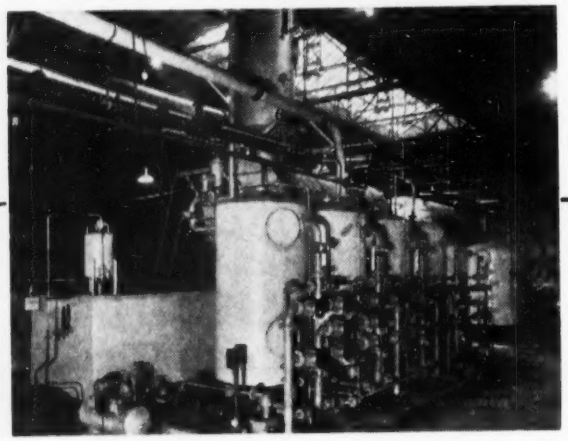
Raadgevend Bureau Ir. B. W. Berenschot,
Centraal Station, kr. 49, Amsterdam.

NGF

NEDERL. GEREEDSCHAPPEN FABRIEK N.V.
HOOGEVEEN

Alle speciaal- en precisiewerk, als:
SNIJ-, TREK- EN BUIGSTEMPELS, PERS- EN SPUITMATRIJZEN, BOOR-, FRAIS- EN KEURMALLEN, ETC.

1021



Wij ontwerpen en fabriceren

complete waterzuiveringsinstallaties

voor elk water en elke toepassing

VAN WIJK & BOERMA

WATERZUIVERING N.V. - RAVENSTEIN

1274

GEMEENTEWERKEN EINDHOVEN

Bij de dienst van Gemeentewerken te Eindhoven vaceren de volgende betrekkingen:

A. HOOFD VAN DE AFDELING BESTRATING EN BIJZONDERE WERKEN

(Hoofdafdeling Nieuwe Werken).

Vereisten: diploma civiel ingenieur Delft of daarmede gelijk te stellen diploma, benevens ruime ervaring op het gebied van ontwerpen en uitvoering waterbouwkundige werken en wegenbouw.
Benoeming, c.q. tewerkstelling, naar gelang van ervaring, in de rang van **hoofdingenieur** of **hoofdingenieur 1e klasse.**
Salarisgrenzen (incl. de bekende toelagen);
hoofdingenieur: van *f* 7.697,— t.m. *f* 9.020,—, via 6 eenjaarlijkse verhogingen van *f* 220,50;
hoofdingenieur 1e klasse: van *f* 8.138,— t.m. *f* 9.791,75, via 6 eenjaarlijkse verhogingen van *f* 275,63.
Opgave van verlangde rang vereist.

B. HOOFD VAN DE AFDELING STADSUITBREIDING EN NIEUWBOUW

(Hoofdafdeling Nieuwe Werken).

Vereisten: diploma civiel of bouwkundig ingenieur Delft of daarmede gelijk te stellen diploma, benevens ruime ervaring op het gebied van ontwerpen van uitbreidingsplannen, woningbouw, enz.
Benoeming, c.q. tewerkstelling, in de rang van **hoofdingenieur 1e klasse**. Salarisgrenzen: zie onder A.

C. HOOFD VAN DE AFDELING REINIGINGSDIENST,

belast met de leiding van de Reinigingsdienst, het Garagebedrijf en de Vervoersdienst.

Vereisten: diploma werktuigkundig ingenieur Delft of daarmede gelijk te stellen diploma, benevens ervaring met garagebedrijf en in staat leiding te geven aan een personeelsbezetting van ruim 100 man.
Benoeming c.q. tewerkstelling, in de rang van **ingenieur 1e klasse.**
Salarisgrenzen (incl. de bekende toelagen) van *f* 6.815,— t.m. *f* 8.468,75 via 6 eenjaarlijkse verhogingen van *f* 275,63.

In de sub A t.m. C genoemde functies is aanstelling, c.q. tewerkstelling, boven het minimum niet uitgesloten.
Sollicitaties op zegel van *f* 0.50 (ongezegelde sollicitaties worden terzijde gelegd) met uitvoerige inlichtingen omtrent opleiding, practijk en ervaring binnen 14 dagen na de verschijning van dit blad te richten tot de Directeur van Gemeentewerken, Stratumsedijk 20, te Eindhoven.
Persoonlijke kennismaking uitsluitend na oproep.

N.V. Hollandsche Draad- en Kabelfabriek

vraagt voor spoedige indiensttreding

1. Een

Chemisch Ingenieur

of

Chemisch Doctorandus

als technisch-commercieel medewerker.

Gezocht wordt een energieke, representatieve figuur, met enige jaren commerciële ervaring en bekendheid met de fabricage van plastics. Hij zal belast worden met de coördinatie van de verkoopafdeling en de productieafdelingen en het geven van technische adviezen naar buiten.
Leeftijd: 30 tot 35 jaar.
Kennis der moderne talen is vereist.

2. Een

Chemisch M.T.S.-er

als medewerker op het Plastic Laboratorium

Zijn taak zal zijn het zelfstandig ontwikkelen van nieuwe plastic artikelen, waarbij eigen initiatief zeer belangrijk is.
Ervaring op dit gebied strekt tot aanbeveling.
Leeftijd: tot 30 jaar.

Eigenhandig geschreven brieven met uitvoerige inlichtingen te richten aan de Afd. Personeelszaken, Hamerstraat 2, Amsterdam-Noord.

De N.V. STIJFSELFABRIEK „DE BIJENKORF"
VOORHEEN M. K. HONIG — Koog aan de Zaan

vraagt

SCHEIKUNDIGE

Sollicitaties (uitsluitend schriftelijk), vóór 15 Augustus a.s. te richten aan de Afdeling Personeelszaken van genoemde N.V.

N.V. DE BATAAFSCHE PETROLEUM MAATSCHAPPIJ,
Carel van Bylandtlaan 30, 's-Gravenhage,
vraagt voor haar Octrooi-afdeling te 's-Gravenhage een

Vrouwelijk Scheikundig Ingenieur of Dra. Chemie

voor het verrichten van documentatie-werkzaamheden. Ervaring strekt tot aanbeveling.
Leeftijd maximum 33 jaar

Brieven met uitvoerige inlichtingen te richten onder no. 8 aan bovengenoemde Maatschappij, afdeling PS-7.

OOSTHOEK'S ENCYCLOPAEDIE
alle inlichtingen verstrekt uw boekhandelaar of
OOSTHOEK'S UITG. MIJ TE UTRECHT

BOUWKUNDIGE TERMEN

Woordenboek der Westerse Architectuurgeschiedenis
door
Dr E. J. HASLINGHUIS
Oud-onderdirecteur van het Rijksbureau voor de Monumentenzorg

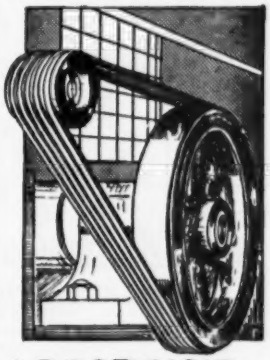
X + 408 blz. 27 tekeningen in de tekst en 32 blz. platen.
Prijs f 17,50 geb.

Dit alfabetisch ingericht werk bedoelt belangstellenden in de geschiedenis der bouwkunst, meer in het bijzonder hun die zich op een dieper gaande studie er van toeleggen, verklaring en toelichting te verstrekken van de op het gebied dezer wetenschap gebruikelijke woorden, termen en begrippen, alsmede inzicht te verschaffen in haar problematiek.

In de boekhandel verkrijgbaar

Uitgave van:
N.V. A. Oosthoek's Uitgevers Mij - Utrecht

V SNAAR-AANDRIJVINGEN



A.D.BOEKHOLT N.V.
— GRONINGEN —
AMSTERDAM – ROTTERDAM

869

CROKLAAN

N.V. Verenigde Textiel- en oliefabrieken, Afd. CROK & LAAN, Wormerveer, zoekt voor haar bedrijfsleiding een

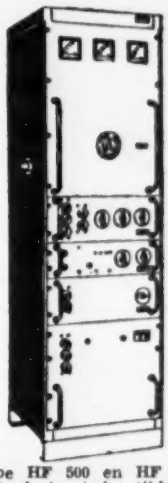
CHEMISCH INGENIEUR

Leeftijd tot ca. 35 jaar; enige jaren bedrijfservaring strekt tot aanbeveling.

Sollicitanten moeten bereid zijn zich aan een Psychotechnisch onderzoek te onderwerpen.

Eigenhandig geschreven sollicitaties onder bijvoeging van een recente pasfoto, te richten aan de directie van bovengenoemde N.V.

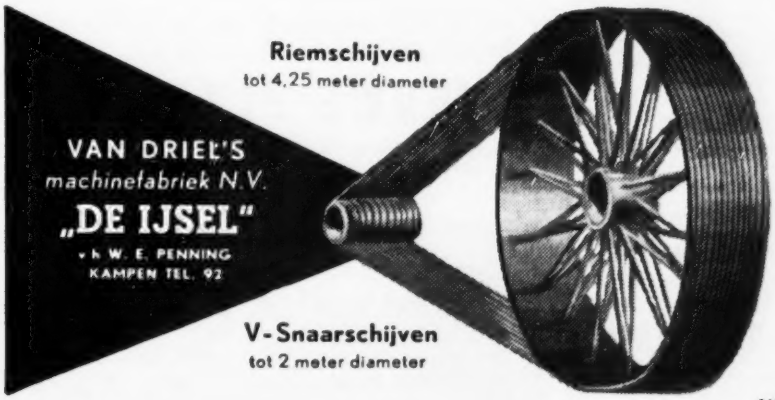
Hoogfrequent
Lasmachines
voor de
PLASTIC-INDUSTRIE



Type HF 500 en HF 1000 met electronische tijdschakelaar in 1/100 sec.
Energie regeling in 64 trappen.
Voor het verpakken van vloeibare en vaste stoffen in plastic.
Etui- en lederwarenfabricatie, kleding-industrie.
Korte levertijden

RADIO JESSE - LEIDEN
Kantoor: Rijnsburgerweg 35, Tel. 24 366
Fabriek: Ververstraat 8, Tel. 20 380

1182—3



1455

TEERUNIE N.V.

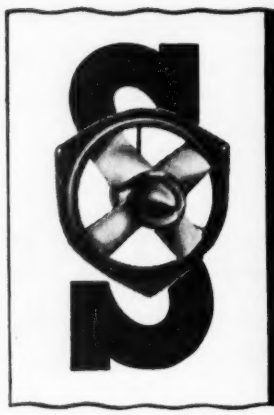
AFD. DORDRECHTSCHE ASPHALTFABRIEK

HOOFDKANTOOR: BANKAPLEIN 3 — DEN HAAG

- ASPHALTVLOEREN
- DAKBEDEKKINGEN
- MUURPASTERINGEN

EN ALLE ANDERE ASPHALTWERKEN

988



J.E. STORK

RINGVENTILATOREN
VOOR UW BEDRIJF

DEN HAAG

JUNOSTRAAT 35 • TELEFOON 772223

1078

N.V. GEBRS. GOEDHART'S AANNEMINGSBEDRIJF

Waalsdorperweg 125 — 's-Gravenhage
Telefoon 775223
Telegrammen: Deepening, Haag.

BAGGER- EN GRONDWERKEN

1026

N.V. Algemene Verzekering Mij

„Providentia" Anno 1897

Afdeling: Machinebreukverzekering

Herengracht 124-128 — AMSTERDAM — Tel. 40970-48259

Uw machines zijn een kostbaar bezit

•

Reparatiekosten duur

•

Laat „Providentia" Uw schaden dragen

1124

CONSTRUCTIE WERKPLAATS

fa. A. & J. PUPER

Gaslaan 218 Tel. 392050 Den Haag

heeft nog capaciteit vrij voor:
licht PLAAT- CONSTRUCTIE- STAMP- en MONTAGE-WERK, in massa en serie.

Vraagt vrijblijvend offerte of bezoek.

998

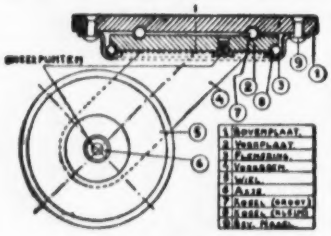
Lood- en zinkwerken
Aanleg van gas- en waterleiding
Sanitaire installaties
Electrische installaties
Dakbedekkingen

J. Lammers Jr.

• BITTERSTRAAT 117-119
TELEFOON 6016
NA 18 UUR 5271
ZWOLLE

1307

ZWENKWIELEN zonder centerpen



- Octrooi aangevraagd.
- Rapport T.N.O.
- Zeer groot draagvermogen
- Prima constructie
- Stof- en waterdicht
- Draadvrij wiel

maakt het Ned. Transportmiddelenbedrijf

C. v. Schaaijk van Salmstraat 3a Tel. K 4106-370 **Boxtel**

1271

Soester IJzer- en Metaalgieterij

BECKERINGSTRAAT
TEL. 3292 — SOEST — TEL. 3292

1043

TAPMACHINES

•

8 mm messing
6 mm automatenstaal
zeer geschikt
voor
massa-tapwerk

•

Nadere bijzonderheden bij de fabrikant:

B. JOCKER, ROTTERDAM

Kralingsche weg 264 - 1
Tel. 22077

1033

Uit voorraad leverbaar:

NIEUWE PLATEN

van Buitenlands fabrikaat, 1 x gedecapeerd en geolied. In de volgende dikten:

0.50, 0.60, 0.61, 0.62, 0.75, 0.87, 0.90, 1.00, 1.05, 1.08, 1.12, 1.15, 1.18, 1.19, 1.20, 1.25, 1.30, 1.59, 1.75 en 1.80 mm.

SIMONS' BUIZEN- EN STAALHANDEL

Hoofdkantoor: FEYENOORDDIJK 90 — ROTTERDAM
TELEFOON: 77910 — 3 lijnen (K 1800)

978

FABRIKANTEN en INDUSTRIELEN.
Voor inrichten van **cantine, wachtlokalen, schaftlokalen,** zoals stoelen, banken, tafels en betimmeringen, ook voor schepen, vraagt vrijblijvend onze uiterst billijke prijsopgaaf.

Fa. A. H. EGAS

RIETVINKSTRAAT 9 — ROTTERDAM — TELEFOON 83654

1073

K. J. LENTZ Telefoon 22803

Aannemer van weg- en waterbouw-, grond- en utiliteitsbouwwerken

GRONINGEN — WAGNERSINGEL 12

1090

VERF moet weerstand bieden aan regen, zon, vorst enz.
Gebruik dus voor woningen, fabrieken, gebouwen,

VERF van:

GRONINGER ELECTRISCHE VERFFABRIEK

B. KUIPERS - UTRECHT

Vleutenseweg 118 - Tel. 10809 - (*Leverancier Rijk en Gemeente*)

1229

SWARTTOUW
SCHIEDAM

STAALCONSTRUCTIES

BRUGGEN
GEBOUWEN
TANKS
GASHOUDERS
APPARATEN
PIJPLEIDINGEN

1387

Onze **SNIJ-, BUIG-** en **TREKSTEMPELS**
voldoen aan de hoogste eisen
PRECISIE-DRAAI- en SCHAAFWERK
speciaal machine-bouw.
Gereedschapmakerij W. JANSSEN,
Amsterdam - Tel. 50142 - 2e Oosterparkstraat 116

1411

METALLISEREN
ZANDSTRALEN

H. J. B. Krayema Emmastraat 9 Tel. K 1800-65 825 **Schiedam**

1231

H. J. TJADEN & ZONEN C.V. - HAARLEM
TELEFOON K 2500—15376 NA 18 UUR 23083

GRONDBORINGEN
WATERVOORZIENING
BRONBEMALING

1225

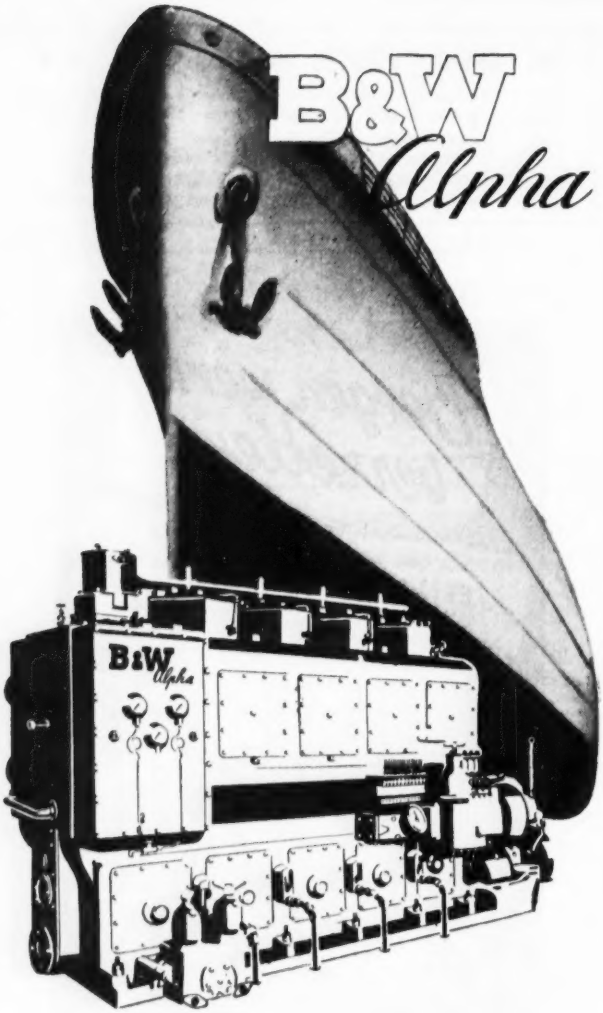
M. DUINTJER & ZONEN N.V.
Electrotechnische Groothandel. Wildervank, tel. Veendam 44
Grossiers, gespecialiseerd in materiaal voor KRACHTINSTALLATIES
Zeer ruime sortering in:
Gesloten en druipwaterdichte electromotoren —
Beveiligingsmateriaal — Schakelkasten —
Kastenbatterijen, compleet en in onderdelen.

1457-1

1351

WIJ KOPEN:
alle OUDE METALEN, OUD IJZER, TEXTIELAFVALLEN enz.
UITVOERING VAN SLOOPWERKEN.
Vraagt schriftelijk of telefonisch prijsopgave.
D. KAPTEIN. — Borgerstraat 162—166 — AMSTERDAM
Tel. dag en nacht 86348 - Rechtboomsloot 83—85, Tel. 43883

1258



Burmeister & Wain

Alpha Dieselmotoren,
enkelwerkend,
2-takt,
voor vermogens van
90 tot 660 pk,
worden geleverd
door

handelscompagnie n.v.

Waalhaven O.Z. 1 - Rotterdam-Z. - Tel. 79500 (10 lijnen)

1294-19

Specialisten in Non Ferro

GIET WERK

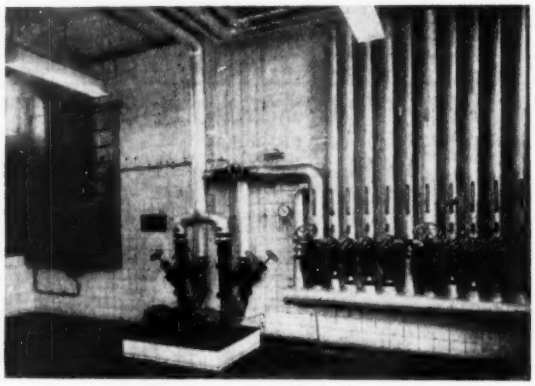
CvD

CHR. v. DONGEN's METAALGIETERIJEN HELMOND

Telefoon K 4920-2243

1212

Verwarming



- Ketelhuizen
- Oliestookinrichtingen
- Luchtverwarming
- Ventilering
- SUNZTRIP STRALINGSWARMTE

(Licentie: R. Crittal. Stralingswarmte)

N.V. INSTALLATIEBOUW

AMSTERDAM

1e OOSTERPARKSTRAAT 110-116 — TEL. 53200

1383

„Ceha

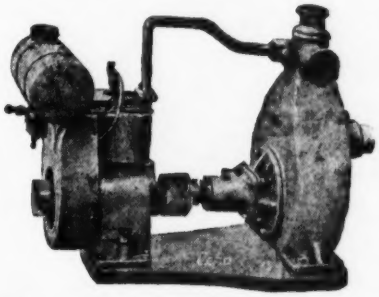
ZELFAANZUIGENDE
POMPEN

Geschikt voor verontreinigd water

CAPACITEIT 15000 LITER PER UUR

De speciale Lenspomp

De pomp geeft een krachtige straal voor het schoonspuiten. Ook leverbaar op 1 of 2 wielig wagentje.



Speciaal gemonteerd met 2 kogellagers en elastisch gekoppeld aan een 2 pk luchtgekoelde 4 tact benzinemotor met tussengebouwde riem- of V-maarschijf (dus geen getob meer met pomp en motor aaneengebouwd). Nu kunt U de motor voor alle doeleinden gebruiken.

OP METALEN GRONDPLAAT GEMONTEERD PRIJS f 495,—

„Ceha" **DE POMP MET REPUTATIE!!**

12 maanden garantie

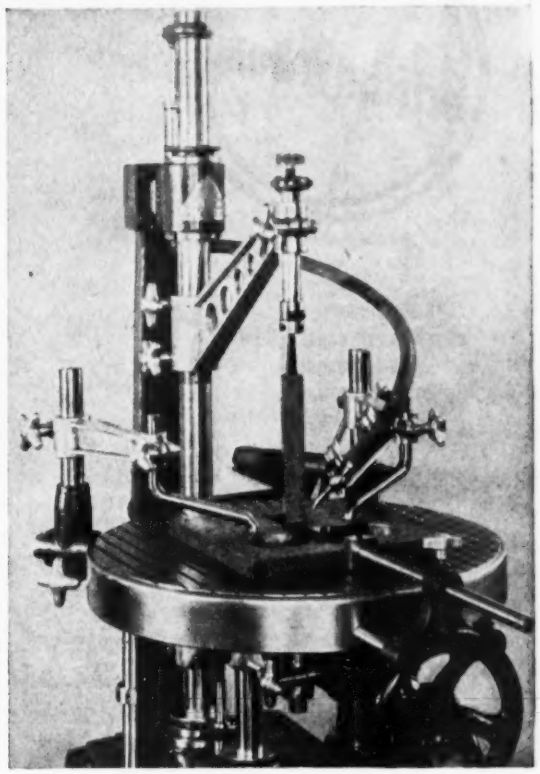
Vraagt ze Uw Leverancier of de **Fabrikant**

HOUWELING

UTRECHT
Leidscheweg 1c
Tel. 21630

ROTTERDAM
Bolwerk 10
Tel. 27870—23067

1017

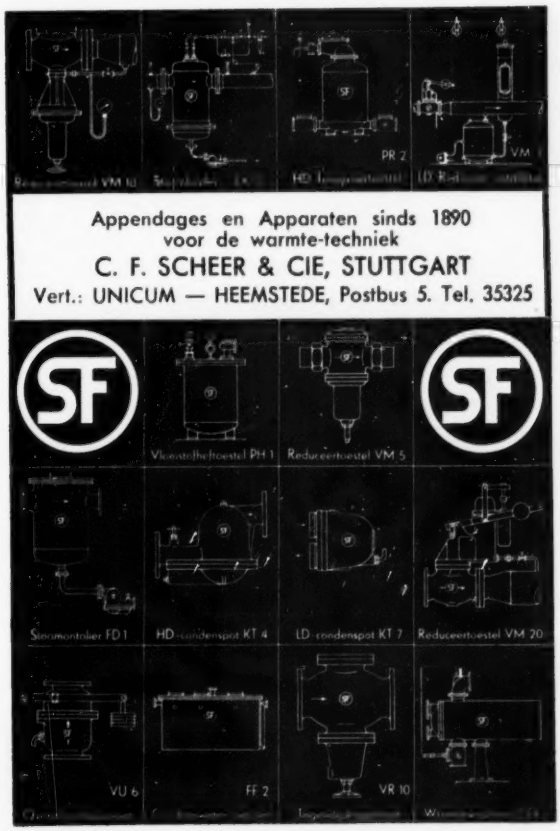


IMPERATOR

- vijl-
- en
- zaag-
- machines

R.S.
STOKVIS
& ZONEN N.V.

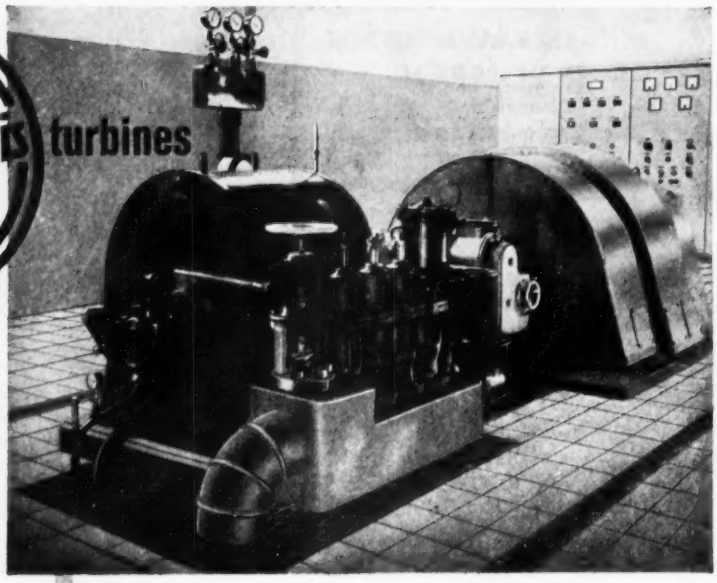
1344



Appendages en Apparaten sinds 1890
voor de warmte-techniek
C. F. SCHEER & CIE, STUTTGART
Vert.: UNICUM — HEEMSTEDE, Postbus 5. Tel. 35325

1417

Brückner-Kanis turbines



met vermogens tot
15000 pk voor aandrijving
van:
VOEDINGPOMPEN
GENERATOREN VANAF 1,5 kW
PAPIERMACHINES
VENTILATOREN, enz.
in:
MIJNEN
PAPIERFABRIEKEN
CENTRALES • SCHEPEN
uitgevoerd als:
GELIJK- EN OVERDRUKTURBINES
CONDENSATIETURBINES
AFTAPTURBINES
met directe en indirecte
regeling voor alle voorkomende
stoomdrukken en temperaturen.

Meertraps overdruk turbine Type KR 16 voor de aandrijving van een draaistroomgenerator in een papierfabriek.
Capaciteit 1500 kW - 18000/1500 omw./min.

Geveke & Co.

AMSTERDAM - ROTTERDAM - NEW-YORK - SURABAJA - DJAKARTA - MEDAN

1260-BK

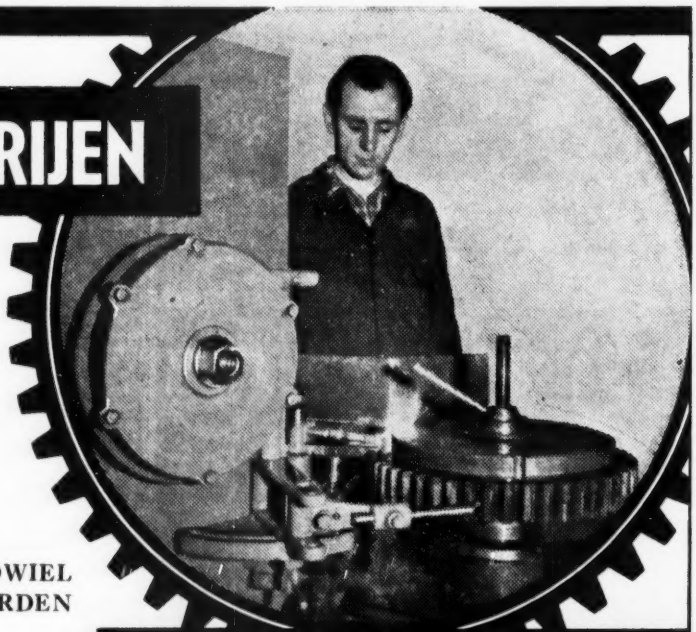
STAALHARDERIJEN

BOFORS
EDELSTALEN

VLAMHARDSTAAL

NITREERSTAAL

TANDWIEL
VLAMHARDEN

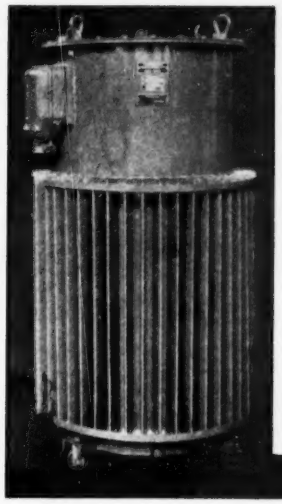


ZIMMER BOFORS N.V.

K. Bleekersstraat 1-7, Amsterdam-W.
Gantelstraat 8, Rotterdam.

1388-1

SPANNINGSVERLIES



Spanningsverlies in uitlopers van het net ?

Gebruik dan laagspanningsregel transformatoren met vloeiende regeling en automatische sturing.

BROWN BOVERI

E. M. ELECTROSTOOM N.V.
Postbus 301 - Rotterdam - Tel. 82720

475

1328

PUDEF
DERRICK-KRANEN
dé zwenk-en verstelbare montagemast

PUDEF

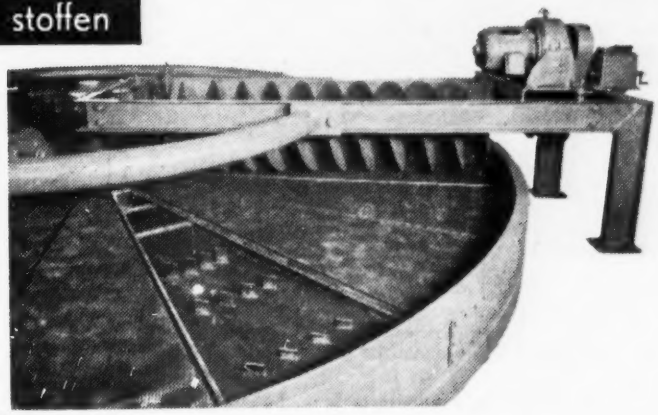
PUDEF-Derrick-Kranen met Wereldnaam

DEUTSCHE HEBEZEUGFABRIK
PÜTZER-DEFRIES
DÜSSELDORF · HAMBURG

Verkoopkantoor: Graaf Florisstraat 81a, Rotterdam, Tel. 50713

1400-9

alle installaties voor het
scheiden van vaste stoffen
uit vloeistoffen



horizontale filter

DORRCO
DORR-OLIVER N.V. INGENIEURSBUREAU
HERENGRACHT 478 - AMSTERDAM C.

1427-3

Groot roereffect bij klein motorvermogen

EKATO
SNELROERDERS

Leverbaar als:
Laboratorium-roerder (1/6 PK regelbaar van 10-6000 omw./min.)
Klemroerder (0.5—4 PK voor reservoirs van 50-5000 l. inh.)
Standaardroerder (1.5, 2, 3 en 4 PK voor reservoirs v. 20-1000 l. inh.)
Inbouwroerder (0,5—30 PK voor reservoirs van 0,1—100 cbm inh.)

Holle as van speciale constructie waarborgt maximale sterkte en volkomen trillingsvrije werking. Uitvoering in staal, roestvrij staal, zuurbestendig brons en in staal met bakeliet-, hardgummi- of vinidurbekleding.

Voor inlichtingen en demonstraties:

Van der Woude & Fabisch N.V.

Rokin 30, Amsterdam-C., Telefoon 46469—49753, Telex 269

1251

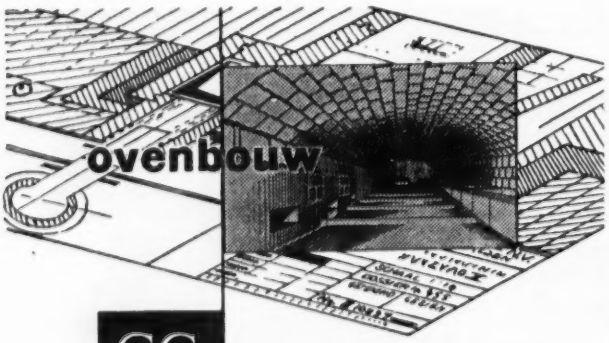
Opslagtank

STAALCONSTRUCTIES

N.V. HOLLANDSCHE
CONSTRUCTIEWERKPLAATSEN

TELEFOON 21141 POSTBUS 56 - LEIDEN

1183-D



ontwerpt en bouwt

1 ovens voor alle industriële doeleinden

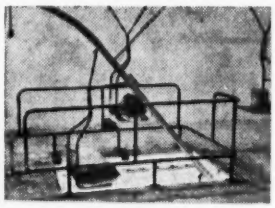
2 bemetselingen voor stoomketels, economisers en oververhitters

3 vuurhaarden (ook bij waterkoeling)

4 Zuurvaste bekledingen.

CHAMOTTE UNIE
Geldermalsen

1048-1



TRANSPORTINSTALLATIES

MECHANISCH

en

PNEUMATISCH

levert:

N.V. Ingenieursbureau „ARO"

Coolhaven 238 Telefoon 52.476

Rotterdam

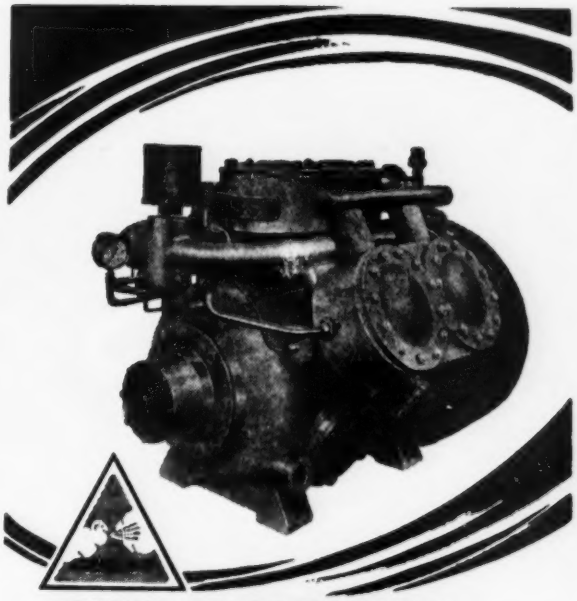
Vraagt vrijblijvende offerte of bezoek.

1050

DEUTSCHER INNEN- UND AUSSENHANDEL
WERKZEUGMASCHINEN UND METALLWAREN
BERLIN W 8 MOHRENSTRASSE 61

Gaarne zien wij Uw bezoek tegemoet aan onze stand op de Leipziger Messe van 30 Aug. tot 9 Sept. 1953

1401



GRASSO's
V/W LUCHTCOMPRESSOREN

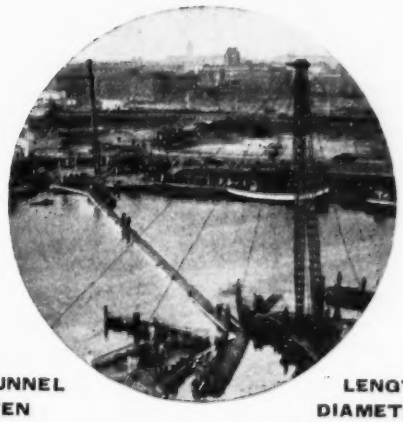
Moderne, geheel gelaste constructie
grote bedrijfszekerheid
licht gewicht
geen risico ... dus GRASSO

GRASSO's MACHINEFABRIEKEN N.V.-'s-HERTOGENBOSCH

1364

N.V. VISSER & SMIT's
AANNEMINGMAATSCHAPPIJ

PAPENDRECHT
TEL.: DORDRECHT 6492



ZINKERTUNNEL
COOLHAVEN
ROTTERDAM.

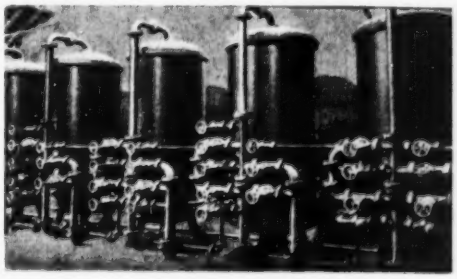
LENGTE 115 M
DIAMETER 2.82 M
GEWICHT 700 TON

zinkers
betonwerken
utiliteitsbouw
buisleidingen
heiwerken
bronnen

OPNIEUW RUWMAKEN VAN KEIBESTRATINGEN

1329

S. A. SOVETREAUX, Luik - België



Installatie voor totale demineralisatie.
Adviezen en projecten voor
fabriekswaterbehandeling, ontharding, ontijzering.

CIE GLE DES CONDUITES D'EAU, Luik - België
Gegoten ijzeren Afsluiters voor Water en Gas.
Gegoten ijzeren Mof- en Flensbuizen.
Economisers — Luchtverhitters.
Watermeters tot 500 mm Ø$_i$ (max 180° C.)

KWANTAMETERS voor stoom, water, gas en lucht.

Alleenvertegenwoordiging

TECHNISCH BUREAU „Gawatel" AMSTERDAM
v. BAERLESTR. 162 - TEL. 724097

1403

811

ELECTROTECHNISCHE FABRIEK

„GeHa"

BREDA: Fabriek: Zandbergweg 34—38 — Tel. 6383
Kantoor: Acaciastraat 41 — Tel. 7657

Wikkelen van:

- draai- en gelijkstroommotoren
- transformatoren
- speciaal inrichting voor Auto-electriciteit

P A L Servicestation voor Noord-Brabant — Wico-service

1311

HAVRY C.V.

TECHNISCH BUREAU EN MACHINEFABRIEK

LOOSDUINEN

Tel.: K. 1700 — 396135

OPTROMPDOORNS
VOOR WATERLEIDINGBEDRIJVEN

1080

COÖP. VER. INGENIEURSBUREAU VAN STEENIS W.A.

NIEUWE GRACHT 5 — UTRECHT — TEL. (K 3400) 13524

Geeft onafhankelijke adviezen;
Ontwerpt en houdt toezicht op de uitvoering van:

WEG- EN WATERBOUWKUNDIGE WERKEN
BETON- EN STAALCONSTRUCTIES
RIOLERINGEN EN ZUIVERINGSINSTALLATIES

Belast zich gaarne met:

HET OPMETEN, WATERPASSEN EN KAARTEREN VAN FABRIEKSTERREINEN, UITBREIDINGSPLANNEN, RUILVERKAVELINGEN, WATERLOPEN EN WEGEN

In binnen- zowel als buitenland

1158

1384

SCHEEPSREPARATIEBEDRIJF

en

MACHINEFABRIEK

H.V. VAN BRINK

WAALHAVEN, PIER 8 — ROTTERDAM
Telefoon 77610 (3 lijnen). Na 18 uur: 73554, 70341, 41782

1367

VAN HATTUM EN BLANKEVOORT N.V.
BEVERWIJK

1218-2

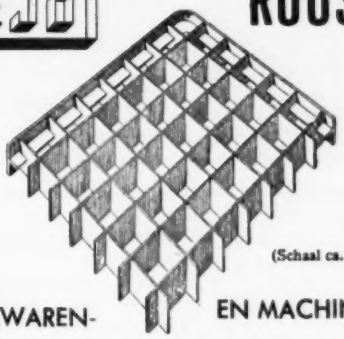
GELENK-KOMPENSATOREN
AXIAL-KOMPENSATOREN

Vertegenwoordiger: N.V. ATHIBU
LEIDEN — Lammermarkt 58 — Tel. 22117

1428

DEJO

ROOSTERS



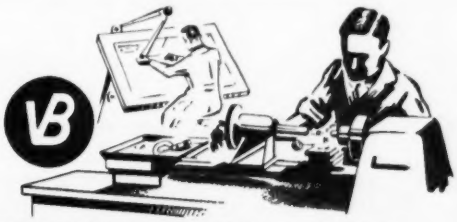
(Schaal ca. 1:2,25)

METAALWAREN- EN MACHINEFABRIEK

M. C. DE JONGE - SMILDE - TEL. 125

1087

INSTRUMENTMAKERIJ



FABRICEERT NAAR TEKENING OF MODEL, TECHNISCHE:

VAN BELLEN
ST. WILLIBRORDUSSTR. 45-47
AMSTERDAM Z - TEL. 24808

SPECIAAL MACHINES
MEETINSTRUMENTEN
KLEIN SERIEWERK

1348

Rothe Erde

KOGELLAGER - DRAAIVERBINDINGEN

Duits actrooi, buitenlandse actrooien aangevraagd.

Dubbelrijige-driedelige kogellagers voor het opnemen van hoge axiale krachten en kipmomenten.

GEEN KONINGSAS MEER!!

EISENWERK Rothe Erde GMBH
DORTMUND

A P
V
A

A. P. van ANTWERPEN

METAALWARENFABRIEK
RINGDIJK 283 c - ZWIJNDRECHT
Tel. (K 1850) 3390. b.g.g. 6613

Elk artikel uit ieder plaatmetaal

★

Stampwerk tot 100 ton

★

Lakken en moffelen in elke kleur

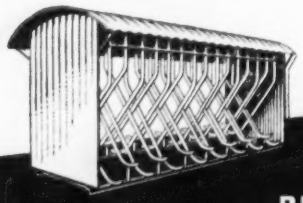
1321

LINOLEUM EN RUBBERVLOERBEDEKKING

in banen en in tegels en COLORITE-TEGELS, alsmede alle verdere op dit gebied voorkomende werkzaamheden, ook voor moeilijke gevallen — 40-jarige practijk — In 't gehele land te ontbieden — Werkt sedert jaren voor Rijks- en Gem. Instellingen.

FA. CHR. VAN OOY — HEEMSTEDESTRAAT 41 — AMSTERDAM-W. — TELEFOON 81045

1094



SOMERS'
STALEN
RIJWIELREKKEN

22 Modellen - In elke lengte uitvoerbaar!

WIJ LEVEREN OOK: KLEERKASTEN · VAKKENKASTEN
ARCHIEFREKKEN · MAGAZIJNREKKEN
GEREEDSCHAPSKASTEN

SOMERS' STAALCONSTRUCTIES
EN PLAATWERKEN

WAALWIJK · TEL. K. 4160 - 3031

1270-1

WERI

Universele Klauwplaten

Geruimde T gleuven

- ★ *Grote spankracht*
- ★ *Grote precisie*
- ★ *Lange levensduur*

Importrice: N.V. GEFA
TEL. 66502 SCHIEDAM
POSTBUS 149

1248

Beton- Bouw- en Waterbouwkundige werken

N.V. Nederlandsche Aanneming Mij.

v.h. F^A. H. F. Boersma

Binckhorstlaan 135, Den Haag - Tel. 772135

1310

Isolatiebedrijf Gresel N.V.

Uitvoerders van ALLE isolatiewerken
Modernste materialen en uitvoeringen.
Wij hebben een oplossing voor ELK isolatieprobleem!

TELEFOON 112066 — ROTTERDAM
BOOMPJES 8

1192

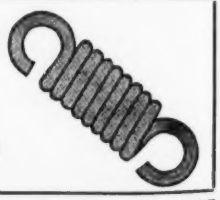
„JOHNSON"
OLIEBRANDERS
VOOR CENTRALE VERWARMING EN INDUSTRIE
IMPORTEURS SINDS 1930
HERINGA & WUTHRICH
HAARLEM

1244

Fa VAN DRIEL & KRASTMAN

ZUIDHOEK 9 — ROTTERDAM-Z.

Fabricage van alle soorten technische veren in elke uitvoering
Duurzaam - solide en betrouwbaar
Tevens garanderen wij U een vlotte afwerking van Uw opdrachten
U belt Rotterdam 76970 en wij leveren U prompt!



1257

VOOR DE OPLOSSING VAN UW TRILLING- EN GELUIDSPROBLEMEN

CONTINENTAL „SCHWINGMETALL"

- *BUFFERS*
- *RAILS*
- *W-ELEMENTEN*
- *U-ELEMENTEN*
- *RINGELEMENTEN*
- *STOOTLIJSTEN*
- *VRAAGT PROSPECTUS*

BERGMANN - ROTTERDAM

Tel. K 1800-29502* -- ALLEENVERTEGENWOORDIGERS — GOUDSESINGEL 76/80 (Industriegebouw)

966

TREK-, DRUK-,
TORSIE- EN
BANDSTALEN
VEREN

Korte levertijd

Verenfabriek „AVERON"

Kerkedijk 36 - IJSSELMONDE - Telef. 79113

1125

Heeft U reeds kennis gemaakt met het
Centraal Bemiddelings Bureau voor Handel en Industrie
in de metaalbranche

UNICUM in NEDERLAND

voor de metaal Industrie.

Dit Bureau verstrekt U gratis adressen van leveranciers in deze branche, voor event. artikelen die U zoekt.

Vraagt U eens bij ons aan?

POSTBUS No. 54 — SCHIEDAM.

771

WAGENS VOOR
INTERN TRANSPORT
•
TRANSPORTWERKTUIGEN
•
N.V. ROBUR
TRANSPORTWAGENFABRIEK
V.H. T. K. RODENBURG
HONSELERSDIJK TEL. K 1740-4559

1069

Knoei niet met lompen

Gebruik liever

Poetsdoeken

zij verdienen zichzelf terug!

LinMij

Amsterdam
Sloterdijk B. 135
Telefoon 80411

Rotterdam
Goudse Rijweg 91a
Telefoon 26458

Den Haag
Korte Houtstr. 29a-b
Telefoon 111473

Utrecht
Majellapark 8
Telefoon 19333

1365

CUPOLOVENS
KROESOVENS
VLAMOVENS
AANWARMOVENS
SMEEDOVENS
SPANTOVENS
GLOEIOVENS
HARDINGSOVENS
VERZINKOVENS
EMAILLEEROVENS
KERNDROOGOVENS
VORMDROOGOVENS
LAKDROOGOVENS
TRANSP. DROGERS

INDUSTRIE-OVENBOUW RENIRIE & CO

CUYK a.d. MAAS

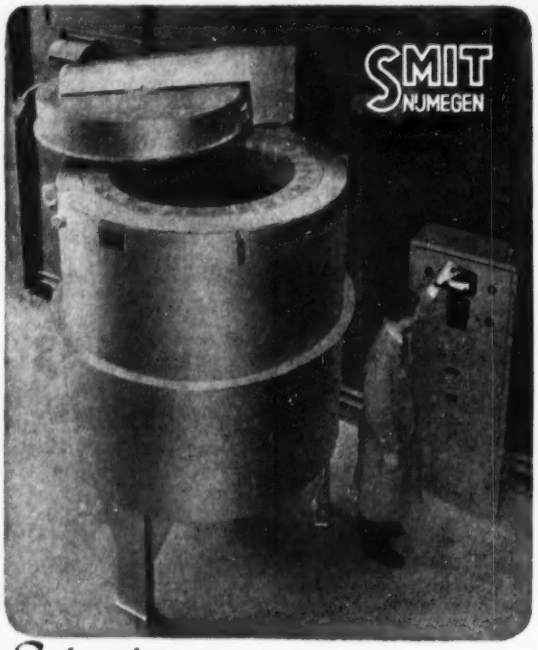
1046

N.V. ALGEMENE BOUWONDERNEMING

„ALBOUW" BREDA

Kantoor Breda: Delpratsingel 1 — Telefoon 7141 (3 lijnen)
Kantoor Den Haag: Laan v. Meerdervoort 10 — Tel. 111686

752



Schachtovens

met geforceerde luchtcirculatie
voor warmtebehandelingen tot 700°C

WILLEM SMIT & CO'S TRANSFORMATORENFABRIEK N.V.
NIJMEGEN

1293

DMK

DEMKA

Edelstaal

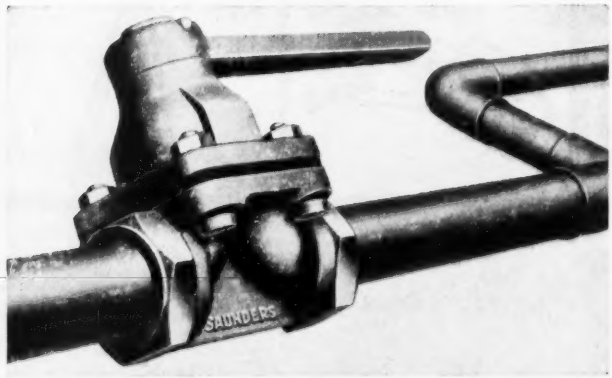
NEDERLANDS FABRIKAAT

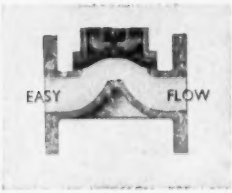
SNELSTAAL - WARMMATRIJZENSTAAL
GEREEDSCHAPSTAAL (gelegeerd en ongelegeerd)
CONSTRUCTIESTAAL (gelegeerd en ongelegeerd)

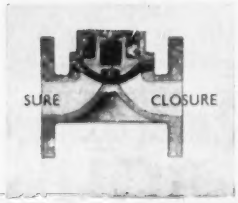
DEMKA

KONINKLIJKE NEDERLANDSCHE STAALFABRIEKEN
v/h J. M. DE MUINCK KEIZER N.V. UTRECHT

1184







SAUNDERS
MEMBRAAN
AFSLUITERS

Aan de top van alle afsluiters voor waardevolle en moeilijke vloeistoffen. Handwielbediening, snelwerkend (als afgbeeld) Drukbesturing

Het Saunders handboek beschrijft de vele uitvoeringen en toepassingen.

SAUNDERS VALVE CO. Ltd., CWMBRAN ENGLAND
Vertegenwoordiger in Nederland
Eriks Pakking & Rubber N.V. Alkmaar/Vlaardingen

1440

GEBROEDERS PRAKKE N.V.

te EIBERGEN
TEL. 370
(K 5454)

Fabrikanten van:

alle soorten

- lederen drijfriemen
- slagriemen en lederwerk voor weefgetouwen
- ruwhuid pickers
- lederen pakkingen
- naai- en bindriemen
- massief rond lederen snaar

vervaardigd van prima leder uit eigen looierijen.

„Prefereer Prakke's Producten"

1187

Ingenieursbureau

„CONSTRUCTOR"

★

Volledige voorbereiding en contrôle op de uitvoering van alle projecten op het gebied van:

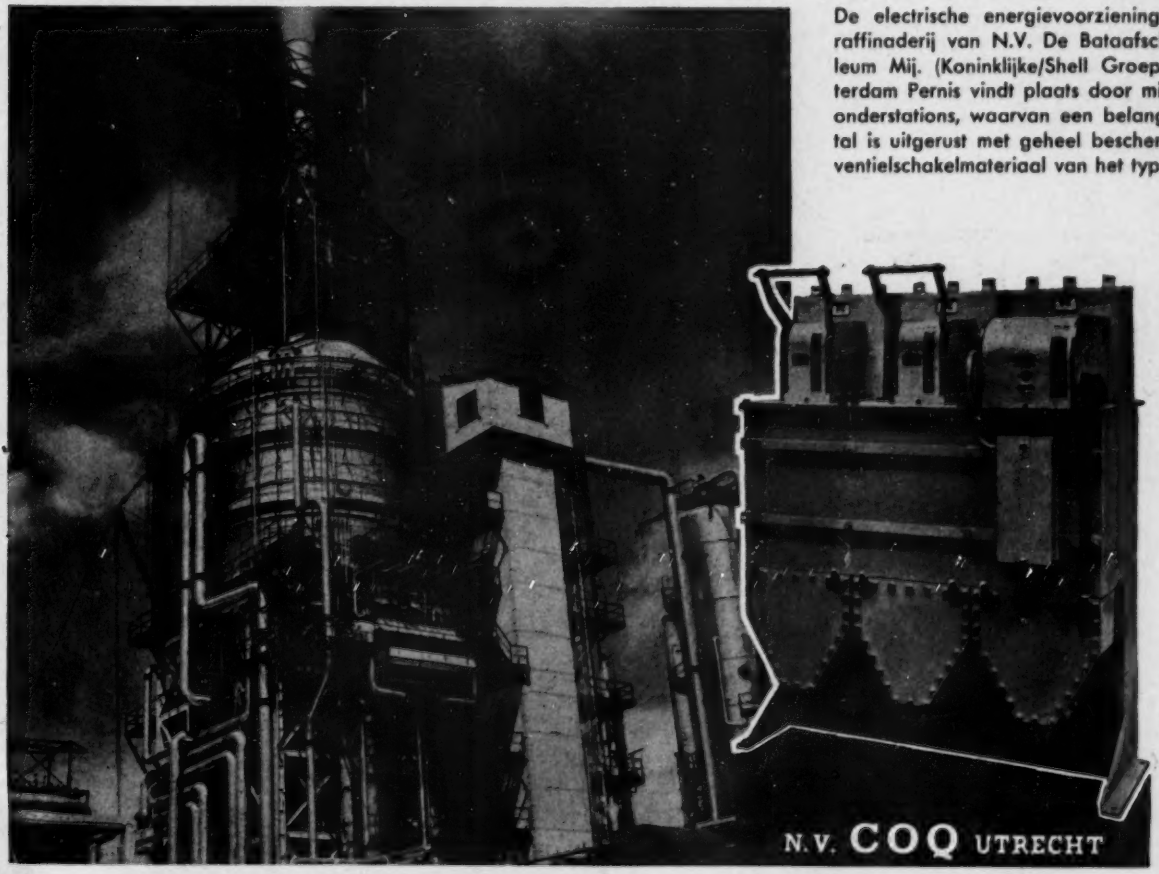
- **warmtetechniek**
- **ketelhuizen**
- **leidingwerk**
- **drukvaten en tanks**
- **automatische regeling**
- **afzuiging en ventilatie**
- **installaties voor gas- en chemische industrie**

Honoraria volgens de normale tarieven voor ingenieurswerkzaamheden.

Rodezand 34 - Tel. 27823 - Rotterdam-C.

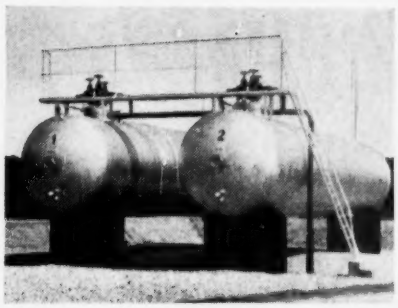
1368-1

De electrische energievoorziening van de raffinaderij van N.V. De Bataafsche Petroleum Mij. (Koninklijke/Shell Groep) te Rotterdam Pernis vindt plaats door middel van onderstations, waarvan een belangrijk aantal is uitgerust met geheel beschermd Coq-ventielschakelmateriaal van het type 0-½-10.



AARDOLIE INDUSTRIE

1360



PROPAAN-INSTALLATIES

volledig automatisch, als gasbedrijven voor Gemeenten en als gasvoorziening voor Industrieën, Gestichten en Tehuizen, Kampen e.d.

Reeds tientallen installaties in Nederland ontworpen en uitgevoerd.

Vraagt inlichtingen

N.V. PETROGAS
Erasmushuis, Rotterdam
Tel. 27270 (3 lijnen)

1268-3

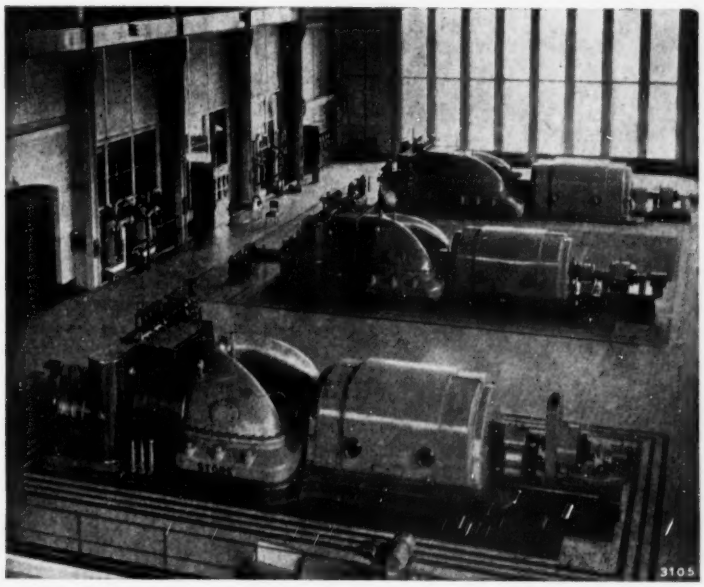
verzinkerij

BAMMENS

maarssen tel. - K 3408-245

1039-5

SMIT SLIKKERVEER



TURBO-GENERATOREN VOOR GROTE VERMOGENS

1391